

1/7/1

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI

(c) 2004 Thomson Derwent. All rts. reserv.

011473558 \*\*Image available\*\*

WPI Acc No: 1997-451465/199742

**Automatic marking implement positional deviation determin system - uses array of diagonal indicia formed on printing medium by each automatic marking implement**

Patent Assignee: HEWLETT-PACKARD CO (HEWP )

Inventor: NELSON G D; SIEVERT O K

Number of Countries: 004 Number of Patents: 006

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
GB 2311601	A	19971001	GB 975503	A	19970317	199742 B
FR 2746343	A1	19970926	FR. 973469	A	19970321	199746
DE 19711698	A1	19971030	DE 1011698	A	19970320	199749
US 5796414	A	19980818	US 96625422	A	19960325	199840
GB 2311601	B	20001115	GB 975503	A	19970317	200060
GB 2349213	B	20010110	GB 975503	A	19970317	200103
			GB 200017271	A	20000710	

Priority Applications (No Type Date): US 96625422 A 19960325

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
GB 2311601	A		42	B41J-002/21	
FR 2746343	A1			B41J-002/07	
DE 19711698	A1			B43L-013/00	
US 5796414	A			B41J-029/393	
GB 2311601	B			B41J-002/21	
GB 2349213	B			B41J-002/21	Derived from application GB 975503

Abstract (Basic): GB 2311601 A

To determine the positional deviation of an automatic marking implement from a nominal position, calibration patterns (402,40,406,408) are formed during movement of the implement along only one dimension (Y) of a printing medium having orthogonal dimensions X and Y. A sensor (200) automatically scans the patterns along one (ideally the same) dimension (Y). The deviations along the scanning direction are determined from scanning indicia (406) orthogonal to that direction, composite information about deviations in both dimensions (X,Y) is determined from scanning diagonal indicia (408), and deviations in the orthogonal direction (X) are extracted from the composite information.

There is no necessity of either forming or sensing any pattern that is extended (by more than one marking-implement swath) in two different directions. The system can determine deviations from nominal offsets between plural marking implements, such as thermal-ink jet pens holding ink of different colours in a computer-controlled printer.

USE/ADVANTAGE - In scanning thermal ink jet printer for printing text or images from individual ink spots created on printing medium e.g. for large format colour printer-plotter. Improved measurement of positional deviations.

Dwg.2/10

Derwent Class: P74; P75; P77; S02; T04

International Patent Class (Main): B41J-002/07; B41J-002/21; B41J-029/393; B43L-013/00

International Patent Class (Additional): B41F-033/00; G01D-009/00

?



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑩ DE 197 11 698 A 1

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
B 43 L 13/00  
G 01 D 9/00

②① Aktenzeichen: 197 11 698.1  
②② Anmeldetag: 20. 3. 97  
④③ Offenlegungstag: 30. 10. 97

DE 197 11 698 A 1

③① Unionspriorität:

625422 25.03.96 US

⑦① Anmelder:

Hewlett-Packard Co., Palo Alto, Calif., US

⑦④ Vertreter:

BOEHMERT & BOEHMERT, 80801 München

⑦② Erfinder:

Sievert, Otto K., Encinitas, Calif., US; Nelson,  
Gregory D., Escondido, Calif., US

⑤④ System und Verfahren zum Einrichten einer Positionsgenauigkeit in zwei Dimensionen, gestützt auf eine Sensorabtastung in einer Dimension

⑤⑦ Die Erfindung ist ein System zum Ermitteln der Positionsabweichung wenigstens eines automatischen Zeichengerätes von einer nominalen Position sowie eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Etablieren der Positionsgenauigkeit eines solchen Gerätes. Eichmuster, welche diagonale Markierungen enthalten, werden längs einer Dimension eines Druckmediums von dem Gerät oder den Geräten gebildet. Ein Sensor überstreicht vorzugsweise automatisch das diagonale Muster in einer Richtung, vorzugsweise längs der obigen Dimension, ohne sich in eine zweite, dazu orthogonale Richtung zu bewegen. Gleichwohl ermöglicht das Abtasten der diagonalen Marken die Entwicklung zusammengesetzter Informationen über Abweichungen in beiden Richtungen. Es ist nicht nötig, ein Muster zu bilden oder abzutasten, welches sich (um mehr als eine Schwade des Zeichengerätes) in zwei verschiedene Richtungen erstreckt. Die zusammengesetzte Information wird mit Information über Abweichungen kombiniert, die nur in der Richtung der Abtastung liegen, um getrennt die Abweichungsinformation für die zweite, orthogonale Richtung zu extrahieren. Die Erfindung ist besonders nützlich für die Ermittlung von Abweichungen aus nominalen Versetzungen zwischen mehreren Zeichengeräten, z. B. bei thermischen Tintenstrahlschreibern in einem computergesteuerten Drucker, welche Tinte unterschiedlicher Farbe enthalten.

DE 197 11 698 A 1

Eng hiermit verwandte Dokumente sind die weiteren US-Gebrauchsmusteranmeldungen, welche vor dieser Anmeldung bei dem United States Patent and Trademark Office eingereicht wurden, und auf die in ihrer Gesamtheit Bezug genommen wird. Diese Dokumente geben den Hintergrund des Standes der Technik, die Probleme auf diesem Gebiet und die früheren Versuche, diese Probleme zu lösen, mit vielen Einzelheiten an.

Die verwandten Dokumente lauten auf den Namen von Cobbs et al. und stammen von einer ursprünglichen Patentanmeldung mit dem Titel "MULTIPLE INKJET PRINT CARTRIDGE ALIGNMENT BY SCANNING A REFERENCE PATTERN AND SAMPLING SAME WITH REFERENCE TO A POSITION ENCODER", angemeldet als US-Gebrauchsmusteranmeldung Nr. 08/055,624, die inzwischen fallengelassen wurde, mit folgenden Nachanmeldungen. File-wrapper continuation Anmeldung 08/540,908, erteilt am ..... als US-A-....., und Teilungsanmeldung 08/585,051, erteilt am ..... als US-A-.....

Diese Erfindung betrifft allgemein Maschinen und Verfahren zum Drucken von Text oder Grafik auf Druckmedien, wie Papier, Transparenzfolienmaterial oder andere glänzende Medien; spezieller betrifft die Erfindung Systeme und ein Verfahren zum Ermitteln von Positionsabweichungen eines oder mehrerer automatischer Zeichengeräte, welche bei solchen Drucken verwendet werden. Die Erfindung ist insbesondere, jedoch nicht ausschließlich vorteilhaft einsetzbar in thermischen Tintenstrahl Druckern, welche Text oder Bilder aus einzelnen Tintenpunkten aufbauen, welche auf einem Druckmedium in einer zweidimensionalen Pixelmatrix erzeugt werden.

Ein repräsentativer moderner computergesteuerter Tischdrucker oder Zeichenbüro-Plotter verwendet ein automatisches Zeichengerät, wie einen Tintenstrahlreiber oder einen Punktmatrix-Druckkopf. Das Gerät ist normalerweise auf einem Schlitten montiert, der in den meisten Fällen ein Druckmedium in einer von zwei orthogonalen Richtungen überstreicht.

Periodisch wird auch eine relative Bewegung des Mediums im Verhältnis zu dem Schlitten in der zweiten Richtung vorgesehen — üblicherweise durch Bewegen des Mediums, gleichwirkend jedoch auch durch Verschieben eines Schlittengerüsts. Diese zweite Komponente der relativen Bewegung ermöglicht, daß das Zeichengerät schließlich Zugriff auf jeden Teil des gewünschten Bildbereiches des Druckmediums hat.

Um Farbeffekte zu erzielen, und selbst für bestimmte Arten von monochromen Drucken mit hohem Durchsatz ist es heute üblich, mehrere oder mehrfache Zeichengeräte zusammen in einem einzelnen derartigen Drucker oder Plotter zu verwenden. In einigen speziellen Fällen können mehrere Reihen der Geräte unterschiedliche Ausrichtungen haben — am häufigsten sind die Geräte jedoch nebeneinander auf einem gemeinsamen Schlitten montiert, der die Geräte zusammen in der ersten orthogonalen Richtung über das Medium trägt. Auch hier wird die relative Bewegung des Mediums in der zweiten Richtung so vorgesehen, daß jedes Gerät üblicherweise Zugriff auf den gesamten Bildbereich hat.

Ein modernes Drucksystem arbeitet mit einer extrem feinen Positionssteuerung — um einen Pixel-Gitterabstand von heute etwa 0,08 mm oder 0,04 mm (0,003 oder 0,015 Inch) zu erzielen. Es hat sich jedoch als wirtschaftlich herausgestellt, die absolute Position eines einzelnen

Zeichengerätes (z. B. eines einzelnen Tintenstrahl Druckkopfes oder Schreibers) nur bis auf etwa  $\pm 0,25$  mm ( $\pm 0,01$  Inch) zu regeln — was einer Gesamtspanne von etwa 0,5 mm (0,02 Inch), oder etwa sechs bis zwölf mal dem Pixel-Gitterabstand, entspricht.

Bei üblichen monochromen Drucken mit einem einzigen Kopf bleibt diese Toleranz von  $\pm 0,25$  mm normalerweise ohne Folgen, weil sie nur als Unsicherheit bei der Positionierung des Gesamtbildes auf dem Blatt des Druckmediums in Erscheinung tritt, wobei die Ränder üblicherweise viel breiter als ein viertel Millimeter sind. Innerhalb des Bildes bleibt die Kopfposition mit beträchtlich feineren Toleranzen als dem Pixel-Gitterabstand konstant.

Die Merkmale des Bildes sind deshalb ziemlich gut zueinander ausgerichtet. D.h., die Genauigkeit ist normalerweise selbst dann ausreichend, wenn die Genauigkeit viel gröber als der Pixel-Gitterabstand ist.

Andererseits kann selbst innerhalb eines Bildes oder einer Bilderreihe die Genauigkeit zwischen den Kopfpositionierungen zu einer Zeit, nachdem ein Drucker das erste Mal eingeschaltet wurde, manchmal ungenügend sein, weil sich die Positionierung (unter anderem) mit der Temperatur ändert. Es gibt also gewisse Ausnahmen zum dem Grundsatz, daß die relative Positionierung ausreichend ist. Diese Ausnahmen können selbst in einer Einkopf-Druckumgebung eine Rolle spielen.

Die Fehlausrichtung wird jedoch in einem System mit mehreren Druckköpfen zu einem bedeutenderen Problem — da unterschiedliche Elemente eines Bildes physisch von unterschiedlichen Köpfen oder Zeichnungsgeschäften gebildet werden.

Diese verschiedenen "Elemente" sind, genauer gesagt, in den meisten Fällen Markierungen oder Zeichnungen auf dem Druckmedium in unterschiedlichen Primärfarben (z. B. mit den Subtraktionsfarben Cyan, Magenta und Gelb, plus Schwarz). In einem solchen System kann die Fehlausrichtung zwischen Schreibern z. B. dünne Bänder mit der falschen Farbe oder ganz ohne Farbe, wo Farbe sein sollte, längs der Ränder der in einem Bild dargestellten Gegenstände erzeugen.

Wie oben erwähnt, kann eine Gesamtunsicherheit in der Größenordnung von sechs bis zwölf mal dem Pixelabstand selbst in Systemen, welche ein einzelnes automatisches Zeichengerät verwenden, bedeutend sein. Systematische Fehler solcher Größe sind in der Mehrfarbumgebung, oder allgemeiner in jedem modernen System, welches mehrere automatische Zeichengeräte verwendet, schlichtweg inakzeptabel. Das Verrutschen und der Schräglage des Papiers sowie mechanische Fehlausrichtungen der Zeichenelemente tragen längs der Medienvorschubachse und der Schlittenbewegungsachse zu den Ungenauigkeiten bei.

(Bei Tischdruckern hat es sich allgemein eingebürgert, die Schlittenbewegungs- oder -scanrichtung als die x-Achse zu bezeichnen und die Medienvorschubrichtung als die y-Achse zu bezeichnen. Für großformatige Plotter ist jedoch genau das Gegenteil der Fall — d. h. die Medienvorschubrichtung ist die x-Achse, und die Schlittenscanrichtung ist die y-Achse. Diese jeweiligen Konventionen wurden in den Zeichnungen der vorliegenden Anmeldung eingehalten.)

Aus diesen Gründen ist es wichtig, die Positionsabweichung jedes Zeichengerätes von seiner nominalen Position zu ermitteln und zu kontrollieren — sowie die Abweichungen mehrerer Zeichengeräte von ihren nominalen Werten in relativen Positionen (d. h. die Ab-

stände zwischen oder unter den Geräten). Kurz gesagt, soll die Positionsgenauigkeit eines oder mehrerer Geräte festgelegt werden.

Die zuvor genannten Dokumente von Cobbs et al. (deren bevorzugte Ausführungsformen hauptsächlich für großformatige Druckeranwendungen entwickelt wurden) schlagen vor, das Problem der Positioniergenauigkeit durch Eichen oder Kalibrieren der Positionen mehrerer Zeichengeräte relativ zueinander zu lösen. Diese Dokumente beschreiben einen Betrieb mehrerer Zeichengeräte, bei dem Eich-Testmuster aus Balken in zwei orthogonalen Richtungen gezeichnet werden, wie in den Fig. 9, 10a und 10b dieser Anmeldung gezeigt:

- ein Muster 406, welches sich längs der Querabmessung eines Bogens des Druckmediums, parallel zu der Bewegungs- oder Scanrichtung der Zeichengeräte erstreckt, wobei die einzelnen Balken in dem Muster senkrecht zu dieser Querrichtung verlaufen (d. h. "vertikale" Balken bei der üblichen Ausrichtung des Druckmediumsbogens); und
- ein zweites Muster 408' längs der Längsabmessung dieses Bogens, parallel zu der Mediumvorschubrichtung, wobei die einzelnen Balken in dem Muster senkrecht zu dieser Längsrichtung verlaufen (d. h. "horizontale" Balken).

Innerhalb jedes Balkenmusters wird bei dem Beispiel eines Druckers mit vier Druckköpfen eine erste Gruppe aus grob einem Viertel der Balken von einem Druckkopf erzeugt, eine zweite Gruppe wird von einem weiteren Druckkopf erzeugt, usw. — so daß jeder Kopf ausreichend Information aufzeichnen kann, um die relative Phase seines Balkenmusters zu den Balkenmustern der anderen Köpfe zu ermitteln.

Ein auf dem Zeichengerätschlitten montierter Sensor überquert dann das Kalibrier-Prüfmuster, und ein zugeordnetes elektronisches System ermittelt mögliche Inkonsistenzen zwischen den resultierenden Signalwellenzügen, welche jeweils von den verschiedenen Geräten erzeugt werden. Das System interpretiert diese Inkonsistenzen als Positionsabweichungen von den nominellen Kopf zwischenräumen.

Die Dokumente von Cobbs et al. zeigen, wie Signale von dem Sensor gefiltert, verstärkt, abgetastet, digitalisiert, an eine ideale Sinuswelle angepaßt und dann digitalphasenanalysiert werden, um die gesamten oder Netto-Positionsabweichungen von der nominalen Position zu ermitteln. Diese Nettoabweichungen werden dann dazu verwendet, die Bildelemente zu verschieben, welche von einigen Köpfen erzeugt werden, damit sie zu denen passen, welche von anderen Köpfen erzeugt werden.

In der horizontalen Richtung wird die Verschiebung durch Einführen einer kleinen Phasenverzögerung oder eines Phasenvorlaufs für die Anregung jeweils jedes Druckkopfes erreicht — um jede Pixelsäule zu erzeugen. In der vertikalen Richtung wird die Verschiebung erreicht, indem für den tatsächlichen Einsatz eine Gruppe aus Zeichenunterelementen innerhalb jedes Gerätes (z. B. Düsen in einem Tintenstrahl-druckkopf) gewählt wird, welche weniger als die gesamte Anzahl der Unter-elemente in dem Gerät umfaßt.

In der Tintenstrahlunggebung kann die Gruppe, welche eingesetzt wird, so weit oben liegen wie die Düsen Nr. 1 bis Nr. 96, bei einem Schreiber, welcher insgesamt 104 Düsen umfaßt, — oder so weit unten wie die Düsen Nr. 9 bis Nr. 104. Andere Systeme für die vertikale Ver-

schiebung der tatsächlich gedruckten Schwade jedes Druckkopfes ergeben sich dem Fachmann auf diesem Gebiet für diese und andere Umgebungen ohne weiteres.

Um all dies zu erreichen, muß das System von Cobbs et al. sein Muster aus vertikalen Markierungen (genauer gesagt vertikalen geraden Linien) aufbringen, indem es quer über das Druckmedium geht (scannt). Dieses Muster wird später von dem Sensor bei der Positionierung für die Querrichtung gelesen.

Zusätzlich muß das System ein Muster aus horizontalen Markierungen aufbringen (genauer gesagt horizontalen geraden Linien), indem es quer über das Druckmedium geht, wobei das Druckmediums dazwischen in Längsrichtung relativ zu dem/den Zeichengerät(en) bewegt wird. Dieses Muster wird später von dem Sensor für die Positionierung in der Längsrichtung gelesen.

Insgesamt haben die Anstrengungen von Cobs et al. ein schwieriges Problem des Standes der Technik stark vereinfacht, und zwar sowohl für Tischdrucker als auch für großformatige Plotter, und unter keinen Umständen sollen ihre Leistungen geschmälert werden. Der zuletzt genannten Teil der Technologie ist jedoch aus drei Gründen, die unten angegeben sind, noch nicht ganz ideal.

Die ersten beiden ergeben sich beide aus der Tatsache, daß die Steuerung der Bewegung des Druckmediums nicht so präzise ist wie die Steuerung der Bewegung des Schlittens, welcher die Druckköpfe transportiert:

- 1) das Drucken des Eichmusters in der Mediumvorschubrichtung erfordert wenigstens mehrere Schwaden der Markierungen, wodurch sich störende Variationen innerhalb des gedruckten Testmusters selbst ergeben — und zwar aufgrund des Vorschubs des Druckmediums, und weil mehrere Durchgänge des Schlittens benötigt werden;
- 2) das Lesen des Eichmusters in der Mediumvorschubrichtung erfordert ebenfalls eine relative Vertikalbewegung des Mediums im Verhältnis zu dem Sensor, wodurch wiederum unerwünschte Variationen in die Sensordaten eingebracht werden; und
- 3) bei der einfachsten Realisierung muß das Medium frei beweglich in der positiven und der negativen Richtung, längs der Längsrichtung (der Druckmediumvorschubrichtung) sein — oder das Medium muß vollständig aus dem Drucker entnommen und erneut zugeführt werden, wodurch potentiell beträchtliche Abweichungen in der Ausrichtung entstehen, was die tatsächlichen Gitterabstände beeinflusst, welche von dem Sensor gelesen werden.

Es gibt daher noch genügend Raum für nützliche und wichtige Verbesserungen bei der Einrichtung der Positionsgenauigkeit automatischer Zeichengeräte längs der zu der Scan- oder Bewegungsrichtung senkrechten Richtung — und insbesondere der relativen Genauigkeit zwischen mehreren solchen Geräten.

Die vorliegende Erfindung schafft diese Verbesserung. In ihren bevorzugten Ausführungsformen hat die vorliegende Erfindung mehrere Aspekte oder Facetten, welche unabhängig voneinander eingesetzt werden können, obwohl sie jedoch vorzugsweise zusammen verwendet werden, um ihre Vorteile zu optimieren.

Bevor diese unabhängigen Aspekte mit einem eher formalen oder relativ rigorosen Blick vorgestellt wer-

den, soll eine informelle Einführung zu einigen der Konzepte der vorliegenden Erfindung gegeben werden. Man beachte dabei, daß diese Einführung nicht eine Definition der Erfindung ist, obwohl das Verständnis dieser Konzepte einen Teil der erfinderischen Tätigkeit bilden mag, welche zu der vorliegenden Erfindung geführt hat.

Die Erfinder haben erkannt, daß der Trennabstand der Zeichengeräte oder Zeichenelemente in sowohl der Längs- als auch der Querrichtung durch Ausbilden eines Eich- oder Kalibrierungsmusters während des Betriebs in nur einer dieser beiden Richtungen ermittelt werden kann — und entsprechend durch Bewegen eines Sensors über das Muster in nur einer dieser beiden Richtungen. In der reinen Lehre muß die Richtung der Musterbildung nicht gleich der der Mustererfassung sein. Vorzugsweise wird jedoch die Querrichtung oder -dimension sowohl für den Schreib- als auch für den Lesebetrieb gewählt, weil, wie oben erwähnt, die Positionssteuerung längs dieser Richtung erheblich besser ist.

Um Information über sowohl die Längs- als auch die Querpositionen durch Schreiben und Lesen eines Testmusters in nur einer Richtung zu erhalten, kann ein Testmuster verwendet werden, welches Markierungen oder Indizes aufweist, die im wesentlichen diagonal sind — z. B. relativ zu der Längsrichtung, die als "vertikal" angesehen wird. Der Zeitpunkt, zu dem ein Sensor dann eine der Markierungen erreicht, hängt von den mechanischen Abweichungen des Zeichengerätes von der nominalen Position sowohl in vertikaler als auch in horizontaler Richtung ab.

Die tatsächliche mechanische Abweichung längs nur der horizontalen Richtung wird leicht gesondert herausgefunden, indem ein System mit "vertikalen" Balken, wie bei dem System von Cobbs, verwendet wird. Die gesamte scheinbar horizontale Verschiebung, welche durch Abtasten der diagonalen Balken gefunden wird, kann dann analysiert werden, um den Teil der gesamten horizontalen Verschiebung herauszufinden, welcher sich aufgrund einer mechanischen vertikalen Abweichung ergibt, indem einfach die rein horizontale Komponente abgezogen wird.

Außer wenn die Diagonalen fünfundvierzig Grad haben, ist es ferner wünschenswert den Rest einer Korrektur für die tatsächliche Orientierung der Eichmusterbalken zu unterziehen, um die tatsächliche vertikale Abweichung herauszufinden.

Eine Formel für diese Analyse kann, genauer betrachtet, geometrisch gefunden werden. Wenn die gesamte beobachtete horizontale Verschiebung  $\delta_T$  ist, und der Teil dieser gesamten scheinbaren horizontalen Verschiebung  $\delta_T$ , welcher sich aus der mechanischen horizontalen Abweichung bei dem Schreibvorgang ergibt, mit  $\delta_H$  bezeichnet wird, dann ist der Teil  $\delta_V'$  dieser selben gesamten horizontalen Verschiebung  $\delta_T$ , welcher sich ausschließlich aus der vertikalen Abweichung ergibt:

$$\delta_V' = \delta_T - \delta_H$$

und die mechanische vertikale Abweichung selbst ist  $\delta_V' \cot \Theta$  oder:

$$\delta_V = (\delta_T - \delta_H) \cot \Theta.$$

Wenn die Balken bei fünfundvierzig Grad orientiert sind, ist  $\cot \Theta = 1$ , und es wird keine arithmetische Korrektur benötigt.

Man wird verstehen, daß diese Analyse auf gleiche Weise auf (1) die Positionsabweichung einzelner Zeichengeräte von einer nominalen absoluten Position und (2) die Abweichungen der relativen Abstände zwischen zwei Zeichenelementen von einem nominalen relativen Abstand anwendbar ist.

Im folgenden ist eine formellere Beschreibung der vorliegenden Erfindung vorgesehen. Gemäß bevorzugten Ausführungsformen eines ersten Aspekts ist die Erfindung ein System zum Ermitteln der Positionsabweichung wenigstens eines automatischen Zeichengerätes von einer nominalen Position oder Nennposition.

Das System umfaßt ein Druckmedium. Das System umfaßt auch ein Positionsabweichungs-Eichmuster. Das Eichmuster umfaßt eine Anordnung aus im wesentlichen diagonalen Markierungen, welche auf dem Druckmedium von dem wenigstens einen automatischen Zeichengerät gebildet werden.

Dies kann eine Beschreibung oder Definition des ersten Aspekts der Erfindung in ihrer breitesten und allgemeinsten Form sein. Selbst in dieser Form kann man jedoch sehen, daß dieser Aspekt der Erfindung die Schwierigkeiten, welche der Stand der Technik nicht lösen konnte, erheblich reduziert.

Wie in der informellen Einleitung erklärt, ermöglichen insbesondere die diagonalen Markierungen des Eichmusters auf dem Druckmedium die Entwicklung einer zusammengesetzten Information über die horizontale und die vertikale Abweichung. Diese Information kann erbracht werden, ohne daß ein Muster gebildet oder erfaßt werden muß, welches sich (mehr als eine Druckkopfschwade) in zwei unterschiedliche Richtungen erstreckt.

Obwohl dieser Aspekt der Erfindung in seiner breiten Form schon einen erheblichen Fortschritt gegenüber dem Stand der Technik darstellt, wird er vorzugsweise in Verbindung mit bestimmten anderen Merkmalen oder Eigenschaften umgesetzt, welche die Vorteile der Erfindung noch weiter verbessern.

Vorzugsweise weist das System z. B. einen querlaufenden automatischen Sensor auf. Dieser Sensor dient zum Lesen der im wesentlichen diagonalen Markierungen, um Informationen über die Positionsabweichung zu erhalten.

Verschiedene weitere bevorzugte Ausführungsformen und Vorteile ergeben sich aus der detaillierten Beschreibung, die folgt. Das Eichmuster kann mehrere Unteranordnungen aus den Markierungen umfassen, eine Vielzahl im wesentlichen paralleler Linien, eine gleichmäßige Breite und einen gleichen Abstand der Linien, Winkel von zwanzig bis siebenzig Grad (vorzugsweise dreißig bis sechzig) zur Vertikalen etc. Die Ausbildung des Musters kann in einem einzigen Durchgang erfolgen, und das Muster kann in Verbindung mit einer angrenzenden Anordnung aus im wesentlichen vertikalen Markierungen verwendet werden.

Gemäß einem zweiten unabhängigen Aspekt oder einer zweiten Facette sieht die Erfindung ein Verfahren zum Einrichten oder Einstellen der Positions- oder Lagegenauigkeit wenigstens eines automatischen Zeichengerätes relativ zu einer nominalen Position vor. Dieses Verfahren wird in Verbindung mit einem Druckmedium eingesetzt, welches eine erste und eine zweite Richtung hat, die zueinander orthogonal sind.

Das Verfahren umfaßt einen Schritt, bei dem Positionsabweichungen in Bezug auf eine erste dieser Richtungen ermittelt werden. Das Verfahren umfaßt ferner einen weiteren Schritt, bei dem das wenigstens eine Ge-

rät längs dieser ersten Richtung betrieben wird, um ein Testmuster auf dem Medium auszubilden.

Zusätzlich umfaßt das Verfahren einen Schritt, bei dem ein Sensor noch immer längs der ersten Richtung bewegt wird (scannt), um das Testmuster im wesentlichen ohne einen Vorschub des Druckmediums in der zweiten Richtung zu lesen. Das Verfahren umfaßt ferner einen Schritt, bei dem dann Positionsabweichungen längs der zweiten Richtung gefunden werden, indem (1.) die ermittelten Abweichungen in Bezug auf die erste Richtung mit (2.) den vom Sensor gelesenen Werten des Testmusters kombiniert werden.

Das Vorstehende kann eine Beschreibung oder Definition des zweiten Aspekts der Erfindung in seiner breitesten oder allgemeinsten Form darstellen. Selbst in dieser allgemeinen Form kann man jedoch sehen, daß auch dieser Aspekt der Erfindung die Schwierigkeiten, welche vom Stand der Technik nicht gelöst wurden, erheblich reduziert.

Das Verfahren gemäß dieses zweiten Aspekts der Erfindung erlaubt insbesondere, die Positionsgenauigkeit relativ schnell und effizient Einzugsrichtung, ohne daß ein bidirektionaler Transport des Druckmediums erforderlich wäre (oder das Neueinlegen eines Bogens des Mediums für einen zweiten Durchgang durch den Drucker) und unabhängig von der relativ unzuverlässigen Längsbewegung des Druckmediums.

Obwohl dieser zweite Aspekt der Erfindung in seiner breiten Form bereits einen erheblichen Fortschritt im Stand der Technik darstellt, wird er vorzugsweise in Verbindung mit bestimmten anderen Merkmalen oder Eigenschaften umgesetzt, welche die Vorteile der Erfindung noch weiter verbessern.

Vorzugsweise umfaßt das Verfahren z. B. ferner einen Schritt, bei dem die gefundenen Positionsabweichungen, längs der ersten und der zweiten Richtung, verwendet werden, um den Betrieb des automatischen Zeichengerätes zu steuern.

Vorzugsweise umfaßt das Verfahren auch einen Schritt, bei dem in einer Speichervorrichtung Befehle für die obigen Schritte aufgezeichnet werden. In diesem Fall ist es weiter vorteilhaft, wenn das Verfahren einen Schritt umfaßt, bei dem diese Befehle automatisch aus der Speichervorrichtung abgerufen werden und für die Ausführung der vorstehenden Schritte verwendet werden.

Gemäß eines dritten Grundaspekts oder einer dritten Facette sieht die Erfindung eine Vorrichtung zum Einrichten oder Einstellen der Positions- oder Lagegenauigkeit wenigstens eines automatisch positionierten Zeichengerätes relativ zu einer nominalen Position vor. Das Zeichengerät dieser Vorrichtung kann Relativbewegungen längs einer ersten und einer zweiten Richtung durchführen, welche zueinander senkrecht sind.

Diese erfindungsgemäße Vorrichtung umfaßt Mittel zum Ermitteln der Positions- oder Lageabweichungen in Bezug auf eine erste der beiden Richtungen. Die Vorrichtung umfaßt ferner ein Testmuster, welches längs dieser ersten Richtung definiert ist.

Weiterhin ist ein Sensor vorgesehen, der zusammen mit dem Zeichengerät montiert ist. Zusätzlich weist die Vorrichtung Mittel zum Bewegen des Sensors zusammen mit dem Zeichengerät längs der ersten Richtung auf, um das Testmuster zu lesen — im wesentlichen ohne eine Relativbewegung des Sensors oder des Gerätes längs der zweiten Richtung.

Die Vorrichtung umfaßt zusätzlich Mittel zum Finden der Positionsabweichung längs der zweiten Richtung

durch Kombinieren (1.) der ermittelten Abweichungen in Bezug auf die erste Richtung mit (2.) den Sensorwerten des Testmusters.

Wiederum stellen die bevorzugten Ausführungsformen dieses dritten Hauptaspekts oder dieser Facette der Erfindung einen wichtigen Fortschritt in Bezug auf den Stand der Technik und die verwandten Gebiete dar, wie man aus der Beziehung dieses Aspektes der Erfindung zu dem zweiten Verfahrensaspekt sehen kann, welcher oben erörtert wurde. In gewissem Sinne greifen die Vorteile dieses Aspektes der Erfindung jedoch etwas breiter, weil er nicht notwendig auf eine Vorrichtung beschränkt ist, welche das Testmuster tatsächlich selbst ausbildet.

Dieser Vorrichtungsaspekt der Erfindung wird jedoch ebenfalls vorzugsweise in Verbindung mit bestimmten weiteren Eigenschaften oder Merkmalen realisiert, welche den Genuß seiner Vorteile noch steigern. Dieser Aspekt der Erfindung umfaßt z. B. ferner Mittel zum Verwenden der gefundenen Positionsabweichungen längs der ersten und der zweiten Richtung für die automatische Steuerung des Betriebs des automatisch positionierten Zeichengerätes.

Zusätzlich umfaßt die erfindungsgemäße Vorrichtung eine Speichereinrichtung, welche aufgezeichnete Befehle für die vorstehenden Schritte enthält. In diesem Fall weist die Vorrichtung vorzugsweise auch Mittel zum automatischen Abrufen und Ausführen dieser Befehle aus der Speichereinrichtung auf, um die Durchführung der vorstehenden Schritte zu ermöglichen.

Alle der vorstehend genannten Grundsätze für den Betrieb und Vorteile der vorliegenden Erfindung ergeben sich noch deutlicher aus der folgenden detaillierten Beschreibung mit Bezug auf die Zeichnung, in der:

Fig. 1 eine perspektivische Darstellung eines thermischen Tintenstrahl-Tischdruckers zeigt, welcher eine bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthält oder bildet (nicht maßstäblich);

Fig. 1a ist eine ähnliche Ansicht eines Großformatdruckers/Plotters, welcher ebenfalls die Ausführungsform der vorliegenden Erfindung gemäß Fig. 1 enthält oder bildet, wobei entsprechende Teile jeweils mit denselben Bezugszeichen bezeichnet sind;

Fig. 2 ist eine perspektivische Darstellung von unten rechts der Schlittenanordnung der Ausführungsform der Fig. 1 (Tischdrucker), in der man das Sensormodul allgemein sieht;

Fig. 2a ist eine ähnliche Ansicht der entsprechenden Schlittenanordnung der Ausführungsform von Fig. 1a (Großformatplotter);

Fig. 3 ist eine vergrößerte Ansicht (nicht maßstäblich) des Testmusters, welches für die Ausrichtung des Schreibers bei diesen beiden Ausführungsformen verwendet wird;

Fig. 4a ist eine perspektivische Außenansicht des Sensormoduls und der zugehörigen gedruckten Schaltungsplatte, welche in der bevorzugten Ausführungsform der Fig. 1 und 2 verwendet werden;

Fig. 4b ist eine perspektivische Explosionsdarstellung der beiden Halbschalen des Sensormoduls und der gedruckten Schaltungsplatte der Fig. 4a;

Fig. 4c ist eine perspektivische Explosionsdarstellung derselben Elemente, die auch in Fig. 4b gezeigt sind, jedoch von der gegenüberliegenden Seite gesehen und mit den innen liegenden Komponenten;

Fig. 4d ist eine perspektivische Innenansicht einer internen Haupt-Unteranordnung eines Sensors, der bei der bevorzugten Ausführungsform der Fig. 1a und 2a

verwendet werden kann;

Fig. 5 ist ein sehr schematisches Diagramm der optischen Elemente in dem Sensormodul der bevorzugten Ausführungsform des Tischdruckers der Fig. 1, 2 und 4a bis 4c;

Fig. 6a zeigt den reinen Testmusteranteil der Schlittennachsenabweichung (nicht maßstäblich) des Testmusters der Fig. 3, noch stärker vergrößert als in Fig. 3;

Fig. 6b ist eine ähnliche Ansicht des Testmusteranteiles mit "zusammengesetzter Information" der Ausführungsform der Fig. 3;

Fig. 7 ist eine sehr schematische Rückansicht einer ersten, einer zweiten, einer dritten und einer vierten Tintenkartusche, oder anderer Schreibgeräte, welche über einem Druckmedium für eine Bewegung längs der Schlittenbewegungsachse positioniert sind;

Fig. 8 ist ein Blockdiagramm des elektrischen Schaltkreises, welcher bei den bevorzugten Ausführungsformen verwendet wird;

Fig. 9 ist eine ähnliche Ansicht wie Fig. 1, jedoch mit dem Medienvorschub-Eichmuster des ähnlichen Standes der Technik, welche zuvor in dem ersten Abschnitt dieser Anmeldung erörtert wurde;

Fig. 10a ist eine zu Fig. 6a im wesentlichen identische Ansicht, die jedoch für die bessere Bezugnahme auf Fig. 10b wiederholt wurde; und

Fig. 10b ist eine ähnliche Ansicht wie Fig. 6b, die jedoch das Medienvorschub-Eichmuster des verwandten Standes der Technik zeigt.

Wie die Fig. 1 und 1a zeigen, sind die bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung vorzugsweise in einen automatischen Drucker eingebaut, z. B. einen thermischen Tintenstrahl-Tischdrucker oder einen großformatigen Plotter. Der Drucker oder Plotter 10 umfaßt ein Gehäuse 12 mit einem Steuerfeld 20.

Wie bei dem Plotter von Fig. 1a können die Arbeitskomponenten auf einem Gestell 14 montiert sein; das Gehäuse 12 umfaßt eine linke und eine rechte Abdeckung 16 und 18 für den Antriebsmechanismus. Das Steuerfeld 20 ist auf der rechten Abdeckung 18 montiert.

Eine Schlittenanordnung 100 (welche für den Großformat-Plotter der Fig. 1a gestrichelt unter einem transparenten Deckel 22 gezeigt ist) kann sich längs einer Gleit- oder Schlittenstange 24 (bei dem Plotter ebenfalls gestrichelt) hin- und herbewegen. Die Position der Schlittenanordnung 100 in einer horizontalen oder Schlittenscanachse wird von einem Schlittenpositionierungsmechanismus (nicht gezeigt) ihm Bezug auf einen Codierstreifen (nicht gezeigt) bestimmt, wie es im Stand der Technik allgemein bekannt ist.

Der Schlitten 100 umfaßt vorzugsweise vier Einschübe oder Fächer für automatische Zeichenstifte, wie Tintenstrahlschreiber, welche mit Tinte unterschiedlicher Farbe drucken. Dies sind z. B. schwarze Tinte bzw. Tinten in den drei Primärfarben (z. B. Gelb, Magenta und Zyan).

Fig. 1 zeigt für den Tischdrucker einen einzelnen repräsentativen Schreiber 102, wobei die übrigen drei leeren Fächer mit Bezugszeichen in Klammern markiert sind, d. h. (104), (106) und (108). Für den Großformatplotter zeigt Fig. 1a alle vier Schreiber 102, 104, 106 und 108.

In sowohl dem Drucker als auch dem Plotter macht die Schlittenanordnung 100 eine Translationsbewegung relativ zu dem Medium 30 längs der x- und der y-Achse, wobei ausgewählte Düsen in allen vier thermischen Tintenstrahl-Kartuschenschreibern aktiviert werden. Auf diese Art wird Tinte auf das Medium 30 aufgebracht.

Die Farben aus den drei bunt farbigen Tinten-

strahlschreibern werden üblicherweise so kombiniert, daß sie sich subtrahieren, wenn sie übereinander gedruckt werden, um Sekundärfarben zu erhalten; sie addieren sich, wenn sie nebeneinander gedruckt werden, um andere Farben zu erhalten.

Die Schlittenanordnung 100 umfaßt einen Schlitten 101 (Fig. 2), welcher sich auf einer Gleit- oder Schlittenstange 103 hin- und herbewegen kann. Für die wesentlich größere Spanne des Großformatplotters in Querrichtung (Fig. 2a) sind eine vordere Gleit- oder Schlittenstange 103 und eine ähnliche hintere Stange 105 vorgesehen. Eine repräsentative erste Schreiberkartusche 102 ist in einem ersten Einschub des Schlittens 101 montiert dargestellt.

Umfangreiche zusätzliche Information über den Schlittenantrieb und das Steuersystem, welche in Verbindung mit der vorliegenden Erfindung eingesetzt werden können, ergeben sich aus den Dokumenten von Cobbs et al. Das Antriebs- und Steuersystem ist im wesentlichen ein herkömmliches System und wird hier nicht weiter behandelt.

Ein Druckmedium 30, wie Papier, wird längs einer vertikalen oder Druckmediumvorschubachse mit Hilfe eines Mediumvorschub-Antriebsmechanismus (nicht gezeigt) positioniert. Wie im Stand der Technik üblich und wie schon früher erwähnt, wird bei Tischdruckern die Schlittenscanachse als die x-Achse bezeichnet, und die Medienvorschubachse wird als die y-Achse bezeichnet; bei den großformatigen Plottern ist es gerade umgekehrt.

Die Druckmedium- und Schlittenpositionsinformation wird einem Prozessor auf einer Schaltungsplatte zugeführt, welche vorzugsweise auf der Schlittenanordnung 100 vorgesehen ist. Die Schlittenanordnung 100 kann auch die Schaltungsteile enthalten, welche für eine Verbindung zu den Tintenausstoß-Schaltkreisen (einschließlich der Heizwiderstände) in den Tintenstrahlschreibern notwendig sind.

Ebenfalls an der Schlittenanordnung 100 montiert ist ein Sensormodul 200. Man beachte, daß die Tintenstrahldüsen 107 (Fig. 2) des repräsentativen Schreibers 102, und in der Tat jedes Schreibers, in einer Linie mit dem Sensormodul 200 liegen.

Wie bereits erklärt, erfordert das Vollfarbdrucken und -plotten, daß die Farben von den einzelnen Schreibern hochgenau auf das Druckmedium gebracht werden. Hierfür ist eine präzise Ausrichtung der Schlittenanordnung notwendig. Unglücklicherweise führen das Verrutschen und der Schräglauf des Papiers und mechanische Fehlausrichtungen der Schreiber in herkömmlichen Tintenstrahl-Druckern/Plottern zu Versetzungen längs der Medium- oder Papiervorschubachse und der Scan- oder Schlittenachse.

Vorzugsweise wird eine Gruppe Prüfmuster oder Testmuster 402, 404, 406 und 408 erzeugt (durch Aktivierung ausgewählter Düsen in ausgewählten Schreibern, während der Schlitten über das Medium fährt), immer wenn eine der Kartuschen gestört wurde, z. B. unmittelbar nachdem ein Zeichengerät (z. B. ein Schreiber) ersetzt wurde. Die Testmuster werden dann gelesen, indem der elektrooptische Sensor 200 über sie geführt wird und die resultierenden Wellenformen analysiert werden.

Das Sensormodul 200 fühlt das Testmuster optisch ab und sieht elektrische Signale für den Prozessor an dem Schlitten vor, welche die Ausrichtung der Teile des Musters angeben, die jeweils von den verschiedenen Zeichengeräten erzeugt wurden.

Die Fig. 4a bis 4d zeigen repräsentative Sensormodule 200, welche in den beiden bevorzugten Ausführungsformen der anfänglichen Zeichnungen verwendet werden. Jedes Sensormodul 200 umfaßt einen Halter 222 für optische Komponenten, mit einer Linse 226 (oder, falls bevorzugt, einem komplizierteren fokalen System mit einer zweiten Linse 228, Fig. 4d, wie das von Cobbs et al. gezeigte), welche relativ zu einem Detektor 240 montiert ist (Fig. 5).

Während das System von Cobbs et al. durch die Verwendung einer Phasenplatte über dem Detektor Vorteile erzielt, haben die vorliegenden Erfinder herausgefunden, daß bei diesem Tischdruckersystem eine vollkommen angemessene Funktionstüchtigkeit auch ohne eine solche Platte erreicht wird, wenn man sich nur auf die optischen Aperturen verläßt, welche naturgemäß von dem Fokalsystem und dem Detektor vorgesehen werden. Gleichwohl kann eine Phasenplatte für bevorzugte Ausführungsformen in einem großformatigen Plotter vorteilhaft sein. Bei Fehlen einer solchen Platte wird eine ungefähr sinusförmige Antwort während der Abtastung eventuell durch die Wechselwirkung zwischen den Balken des Testmusters und dem im wesentlichen runden Querschnitt des Detektors verbessert.

Erste und zweite lichtemittierende Dioden (LEDs) 232 und 234 sind an dem Sensormodul 200 in dem gezeigten Winkel zusammen mit einem Verstärker und anderen Schaltungselementen (nicht gezeigt) montiert. Die lichtemittierenden Dioden und der Fotodetektor haben einen herkömmlichen Aufbau und eine Bandbreite, welche die Frequenzen der Farben der Zeichengeräte 102, 104, 106, 108 umfaßt.

Zum Erzielen der besten Ergebnisse werden jedoch spezielle Maßnahmen getroffen, um vollständig angemessene Daten in Bezug auf ein Zeichengerät mit gelber Tinte zu erhalten. Die üblicherweise erhältlichen Detektoren können relativ schlecht das entsprechende gelbe Licht von dem weißen Hintergrund eines üblichen Druckmediums 30 unterscheiden.

Während diese Unbestimmtheit durch die Verwendung eines Lichtfilters gelöst werden kann, sollen diese zusätzlichen Kosten vorzugsweise vermieden werden, indem mit der Magentatinte ein anteilig getönter Hintergrund gedruckt wird und dann unmittelbar die gelben Testmusterbalken darüber gedruckt werden. Die gelbe Tinte reagiert mit der noch feuchten Magentatinte und verursacht einen Ausbreitungs- und Saugphänomen, welche in den Bereichen, wo die gelben "Balken" gedruckt wurden den anteiligen Magentaton in eine volle Magenta-Färbung umwandelt, woraus sich kurze volle Magenta-Balken ergeben, welche der Sensor schneller erfaßt.

Die optischen Elemente 240, 226, 232, 234 werden bequem in einem einfachen gegossenen Kunststoffhalter 222 gehalten. Der Halter hat einen oberen Sims 240' für den Detektor 240, gegenüberliegende Zwischenschlitze 226' für die Linse 232 und winklige untere seitliche Hohlräume 232', 234' für die LEDs 232, 234.

Eine Halteplatte 222' weist Befestigungsstifte 222p auf, die in passende Aufnahmen 222r der Halter 222 schnappen, um die optischen Elemente in Position zu halten. Vorsprünge 222s an einer gegenüberliegenden Seite der Halteplatte 222' sehen den richtigen Abstand des Halters 222' von der zugehörigen gedruckten Schaltungsplatte 300 vor.

Im Betrieb trifft Licht von den LEDs 232 und 234 auf die Testmuster 408 etc. auf dem gedruckten Medium 30 auf und wird über das fokale System 226 teilweise zu

dem Fotodetektor 240 reflektiert, welches die Energie auf den Fotodetektor 240 fokussiert. Wenn das Sensormodul 200 das Testmuster 406 oder 408 nur längs der Schlittenscanachse überstreicht, wird ein Ausgangssignal vorgesehen, welches etwa in Form einer Sinuswelle variiert.

Ein zugehöriger Schaltkreis (Fig. 8) speichert diese Signale und untersucht ihre Phasenbeziehungen, um die Ausrichtungen der Schreiber für jede Bewegungsrichtung zu ermitteln. Das System korrigiert vorzugsweise eine Fehlausrichtung der Schlittenscanachse — und eine Fehlausrichtung der Druckmedienachse — und kann auch zum Korrigieren von Versetzungen aufgrund der Geschwindigkeit und Krümmung verwendet werden. All diese Optionen sind ausführlich in den Anmeldungen von Cobbs et al. diskutiert und müssen hier nicht wiederholt werden.

Ein erster Schritt ist die Erzeugung der Testmuster der Fig. 1, welche zunehmend vergrößert in den Fig. 3 und 6 gezeigt sind. Das erste Testmuster 402 wird in der Scanachse lediglich zum Eingewöhnen der Zeichengerät in Vorbereitung auf die tatsächlichen Messungen erzeugt.

Das erste Muster 402 umfaßt ein Segment für jede verwendete Kartusche. Das erste Segment 410 ist z. B. gelb (Y), das zweite Segment 412 ist Cyan (C), das dritte Segment 416 ist Magenta (M), und das vierte Segment 418 ist schwarz (K).

Als nächstes werden das zweite, das dritte und das vierte Muster 404, 406 bzw. 408 erzeugt. Das zweite Muster 404 kann dazu verwendet werden, Schreiberverschiebungen aufgrund der Geschwindigkeit und Krümmung zu überprüfen, wie von Cobbs et al. beschrieben wurde.

Das dritte Muster 406 wird dazu verwendet, eine Fehlausrichtung in der Schlittenscanachse zu überprüfen, wie ebenfalls von Cobbs beschrieben wurde. Das vierte Muster 408 wird dazu verwendet, Fehlausrichtungen längs der Medienvorschubachse zu überprüfen. In jedem der Muster 404 bis 408 wird gelb vorzugsweise, wie zuvor beschrieben zusammengesetzt über einem Magentaton gedruckt.

Korrektur von Abweichungen in der Schlittenscanachse

Das Ausrichtmuster 406 für die Schlittenscanachse wird erzeugt, indem mit jedem Schreiber mehrere horizontal mit Zwischenraum angeordnete vertikale Balken gedruckt werden. Die Dicke 501 jedes Balken ist gleich dem Abstand 505 zwischen den Balken. In dem dritten Muster 406 ist das erste Segment 420 (C) Cyan; das zweite Segment 422 (M) ist Magenta; das dritte Segment 424 (Y) ist gelb, und das vierte Segment 426 (K) ist schwarz.

Die Stiftversetzungen (Offsets) in der Schlittenscanachse sind in Fig. 7 gezeigt. Die Tintenstrahlkartuschen 102, 104, 106 und 108 sind bei einer Höhe h über dem Druckmedium 30 für ihre Bewegung längs der Schlittenscanachse positioniert.

Die nominalen Abstände D12, D23 und D34 zwischen den Kartuschen — oder der Ausgleich möglicher Abweichungen von diesen nominalen Abständen — sind entscheidend für die richtige Ausrichtung der Tintentropfen von jeder Kartusche im Verhältnis zu den anderen Kartuschen.

Fehlausrichtungen der Schreiber in der Schlittenscanachse werden ermittelt, indem der Sensor 200 längs der Schlittenscanachse über das dritte Muster 406 bewegt



wird. Wenn das Sensormodul 200 das dritte Muster 406 beleuchtet fokussiert das fokale System 226 (und, falls vorhanden, 228) ein Bild auf dem Detektor 240.

In der Tat wird das Muster der beleuchteten Balken dem Detektor, in der Detektorebene, eingeprägt — oder umgekehrt. Abhängig hiervon erzeugt der Fotodetektor 240 ein ungefähr sinusförmiges Ausgangssignal, welches die mathematische Faltung der im wesentlichen runden System-Blenden mit dem Testmuster 406 ist.

Fig. 8 ist ein Blockdiagramm des elektronischen Schaltkreises 300, welcher in dem Ausrichtsystem der vorliegenden Erfindung verwendet wird. Die Schaltung 300 umfaßt eine Verstärkungs- und Filterschaltung 302, einen Analog-Digital-Wandler 304, einen Schreiber-Ausricht-Operationsblock 306 (üblicherweise einen programmierten Einheits-Mikroprozessor), eine Abtastimpuls-Erzeugerschaltung 308, einen Schlittenpositions-codierer 310, eine stabile Zeitbasis 312, einen Hauptdruckerbetriebs-Funktionsblock 314 (in demselben Mikroprozessor, wie oben erwähnt), Zeichenstifte und einen Schlittenachsen-Servosteuermechanismus 316, ein Paar Pulsbreitenmodulatoren 318 und entsprechende Lichtsteuerschaltungen 320 für die LEDs 232, 234 (Fig. 4c und 5).

Elektrische Signale von dem Sensormodul 200 werden verstärkt, gefiltert (wodurch ein genauere Sinus mit einem geringeren Oberwellenanteil, weniger Umgebungsstörungen etc. erhalten wird) und von dem Ausricht-Operationsblock 306 abgetastet. Der Schlittenpositions-codierer 310 sieht Impulse vor, wenn sich die Schlittenanordnung 100 längs des Codierstreifens (nicht gezeigt) bewegt.

Die Abtastimpulserzeugerschaltung 308 wählt Impulse von dem Schlittenpositions-codierer 310 oder der stabilen Zeitbasis (Bezugszeit) 312 aus, abhängig von dem Test, welcher durchgeführt werden soll. Die Daten können mit diskreten Fouriertransformationsverfahren analysiert werden, um die Abstände und Abweichungen herauszufinden. Alternativ findet die Elektronik eine Phasendifferenz zwischen einer Bezugs-Sinuswelle (synchronisiert mit der Schlittenposition) und der aufgenommenen Sinuswelle, wie von Cobbs et al. ausführlich erläutert wurde.

In jedem Fall verwendet das System drei Parameter der Phasendifferenz: ihre Position, um anzugeben, welche Kartusche nicht ausgerichtet ist; ihr Polarität, um die Richtung der Fehlausrichtung anzugeben; und ihre Größe, um die Größe der Fehlausrichtung anzugeben.

Die entsprechenden Daten, welche Versetzungen (Offsets) für jede Kartusche beschreiben, werden gespeichert. Diese Daten werden dazu verwendet, die Aktivierung der Schreiber zu steuern, wenn die Schlittenanordnung über den Servomechanismus 316 in Richtung der Schlittenachse bewegt wird. Eine Lichtaktivierung des Sensormoduls wird von dem Ausricht-Operationsblock 306, den Pulsbreitenmodulatoren 318 und den Lichtsteuerschaltungen 320 vorgesehen.

Eine Korrektur der Versetzungen aufgrund der Geschwindigkeit und Krümmung kann, falls erwünscht, wie bei Cobbs et al. erfolgen.

#### Korrektur der Versetzungen in der Druckmediumvorschubachse und zwischen den Schreibern

Eine weitere Quelle für die mangelnde Paßgenauigkeit des Bildes entsteht durch Rutschen oder Schiefelauf des Druckmediums auf den Rollen oder Antriebswal-

zen. Gemäß der vorliegenden Lehre ist es nicht nötig, ein Testmuster in der Richtung der Druckmediumvorschubachse zu drucken oder zu erfassen, welches sich (um mehr als eine Druckschwade) längs der Mediumvorschubrichtung erstreckt. Statt dessen wird ein Testmuster 408 mit diagonalen Balken längs der Schlittensanrichtung gedruckt, wobei alle Balken gedruckt werden, ohne daß Druckmedium überhaupt weiterzubewegen.

Das gesamte Testmuster 408 (Fig. 3 und 6b) umfaßt tatsächlich, innerhalb derselben Schwade wie die diagonalen Linien, ein anfängliches kurzes Segment 440' aus vertikalen schwarzen Balken, um eine extrem präzise Phasenabstimmung mit dem Schlittenpositions-Codiersystem zu etablieren. Die diagonalen Balken folgen in vier Segmenten 440 (C), 442 (M), 444 (Y) und 446 (K), welche jeweils von den vier Zeichengeräten eingebracht werden.

Wie zuvor erklärt, wird dieses Muster von dem Sensor abgetastet, und die resultierenden Offsetdaten werden entweder durch diskrete Fouriertransformationsverfahren oder durch Anpassen einer Standard-Sinuskurve an die abgetasteten Daten, wie bei Cobbs et al., entwickelt. Vorzugsweise soll der Sensor mehrmals über die diagonalen Balken gehen, um mit den mehreren Durchläufen den Störabstand für die Phasendaten zu maximieren.

Die so abgeleiteten Verschiebungs- oder Offsetdaten umfassen die Effekte sowohl der horizontalen als auch der vertikalen mechanischen Abweichungen. Sie müssen daher für die unabhängig ermittelten horizontalen mechanischen Abweichungen eingestellt werden, und falls nötig, für den Winkel der diagonalen Balken, um die vertikalen mechanischen Abweichungen zu finden. Wenn der Winkel sehr nahe bei fünfundvierzig Grad liegt, hat, wie zuvor erwähnt, die erforderliche Korrektur den Faktor eins, und es wird keine wirkliche arithmetische Bearbeitung benötigt.

Vorzugsweise sind daher die Balken des Testmusters mit fünfundvierzig Grad orientiert — nicht so sehr, um die Multiplikation mit einem Wert des  $\cot\theta$  ungleich eins zu vermeiden, sondern um die möglichen Fehler etwas gleichmäßiger über die beiden orthogonalen Richtungen des Systems zu verteilen. Es können jedoch fast so gute Ergebnisse erreicht werden, wenn die Balkenorientierung in einem Wertebereich liegt, der ungefähr um die fünfundvierzig Grad zentriert ist.

Basierend auf unseren Beobachtungen und Berechnungen sind wir zu einem kritischen Bereich von dreißig bis sechzig Grad für eine vernünftige Funktionstüchtigkeit gelangt. Diese kritischen Werte können wie folgt konzipiert werden. Wenn die Balken einen steileren Winkel zu der Vertikalen als etwa sechzig Grad haben, beginnt die Genauigkeit der Erfassung der Positionen der Balken stark abzunehmen; und wenn sie gegenüber der Vertikalen einen geringeren Winkel als etwa dreißig Grad haben, beginnt die Genauigkeit der Wiedergabe der Positionsermittlung in der vertikalen Dimension — die sozusagen die hier interessierende Ermittlung ist — sich gleichfalls stark zu verschlechtern.

Ein zweiter Bereich, bei dem die Funktionstüchtigkeit nicht mehr besonders gut, sondern eher an der Grenze ist, liegt zwischen zwanzig bis siebzig Grad. Für diese weiteren Grenzen gilt ein entsprechendes Konzept, wie gerade oben ausgeführt, hier verschlechtern sich die Genauigkeiten jedoch so stark, daß die Erfassung sinnvoller Eichergebnisse nicht mehr praktikabel sein kann — sie kann z. B. eine übermäßig große Anzahl Sensor-

durchgänge oder inakzeptabel lange Zeit benötigen.

Streng gesprochen ist es nicht notwendig, daß alle Balken denselben Winkel, oder einen gleichmäßigen Abstand oder die gleiche Dicke haben, oder sogar geradlinig sind. Grundsätzlich sind diese Parameter alle variabel, weil der Mikroprozessor, welcher das Muster mit solchen Veränderungen druckt lernen kann, die spezifischen Merkmale der Änderung zur Zeit der Erfassung des Musters zurückzurufen und diese von den resultierenden Signalen zu subtrahieren, oder aus diesen zu tilgen. In der Praxis werden jedoch gerade Balken mit gleichmäßigem Winkel, Abstand und Dicke bevorzugt, um die Datenverarbeitung zu vereinfachen und die Eichzeit zu minimieren.

Die rein horizontalen Abweichungen können entweder vor oder nach dem Drucken und Abtasten der diagonalen Balken gemessen oder interpretiert werden, weil die Antwortsignale unabhängig von der Reihenfolge sind. Es ist nur nötig, daß die Daten für die horizontale mechanische Abweichung für den letzten Schritt der arithmetischen Einstellung zur Verfügung stehen.

Das Abtasten und Erfassen der diagonalen Balken kann in beiden Richtungen erfolgen; wenn der Sensor jedoch von rechts nach links geht, wird das algebraische Vorzeichen der berechneten vertikalen Abweichung umgekehrt. Wenn ein bestimmtes Zeichengerät z. B. höher ist als es sein sollte, und wenn die diagonalen Balken wie in den Fig. 3 und 6b orientiert sind, erreicht der Sensor jeden Balken zu früh, wenn er von links nach rechts geht (entsprechend der Formel für  $\delta y$ , die oben angegeben wurde) — er erreicht ihn jedoch zu spät, wenn er von rechts nach links scannt.

Das zuvor erwähnte System, bei dem Gelb über Magenta gedruckt wird, ist hilfreich, wenn gelbe und Magenta-Tinte in sehr schneller zeitlicher Folge aufgezeichnet werden sollen. Dies wird am effektivsten bei einer Bewegung von rechts nach links erreicht, wenn die Schreiber physisch in der Reihenfolge der Fig. 3 angeordnet sind.

Offsets oder Versetzungen zwischen den Schreibern längs der Medienvorschubachse können korrigiert werden, indem bestimmte ausgewählte Düsen aktiviert werden, wie von Cobbs et al. beschrieben, oder indem die Daten zwischen Schwaden der Zeichengeräte maskiert werden. Die Technik von Cobbs hat den Nachteil, daß sie zusätzliche Düsen erfordert; die Datenmaskierungstechnik hat dagegen den Nachteil, daß sie in einigen Bereichen des Ausdrucks unerwünschte Variationen in der Reihenfolge der Farbabgabe einführt und die Rechenkomplexität und -zeit etwas erhöht.

Die vorstehende detaillierte Beschreibung soll lediglich als Beispiel dienen und beschränkt den Bereich der Erfindung nicht, welcher mit Bezug auf die folgenden Ansprüche ermittelt werden soll. Die in der vorstehenden Beschreibung, den Ansprüchen und der Zeichnung offenbarten Merkmale können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination für die Verwirklichung der Erfindung in ihren verschiedenen Ausgestaltungen von Bedeutung sein.

#### Patentansprüche

1. System zum Ermitteln der Positionsabweichung wenigstens eines automatischen Zeichengerätes (102, 104, 106, 108) von einer nominalen Position, mit folgenden Merkmalen:  
einem Druckmedium (30); und  
einem Positionsabweichungs-Eichmuster (408),

welches eine Anordnung aus im wesentlichen diagonalen Markierungen aufweist, welche von dem wenigstens einen automatischen Zeichengerät auf dem Druckmedium gebildet werden.

2. System nach Anspruch 1, mit einem quer scannenden automatischen Sensor (200) zum Lesen der im wesentlichen diagonalen Markierungen, um Informationen über die Positionsabweichung zu erhalten.
3. System nach Anspruch 1 oder 2 zur Verwendung für die Ermittlung solcher Abweichungen zwischen mehreren automatischen Zeichengeräten (102, 104, 106, 108), bei dem die Anordnung (408) aus den im wesentlichen diagonalen Markierungen mehrere Unteranordnungen (440, 442, 444, 446) aufweist, die jeweils von einem der mehreren Geräte (102, 104, 106, 108) gebildet werden, wobei jede Unteranordnung eine Gruppe aus im wesentlichen diagonalen Markierungen umfaßt.
4. System nach Anspruch 3, bei dem jede Unteranordnung mehrere im wesentlichen parallele Linien umfaßt.
5. System nach Anspruch 4, in Kombination mit einem automatischen Zeichengerät, welches sich quer über das Druckmedium bewegt, bei dem die Linien einen Winkel von zwischen zwanzig und siebenzig Grad zu der Querbewegung über das Medium haben.
6. System nach Anspruch 4, in Kombination mit einem automatischen Zeichengerät, welches quer über das Druckmedium geht, bei dem die Linien einen Winkel zwischen dreißig und sechzig Grad zu der Querbewegung über das Medium haben.
7. System nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem alle Markierungen in einem einzigen Durchgang eines Zeichengerätes, welches sich quer über das Druckmedium bewegt, gebildet werden.
8. System nach Anspruch 3, in Kombination mit einem automatischen Zeichengerät, welches sich quer über das Druckmedium bewegt, bei dem die Unteranordnungen in Reihe nacheinander, quer über dem Druckmedium angeordnet sind.
9. System nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem die Anordnung mehrere im wesentlichen parallele Linien umfaßt.
10. System nach Anspruch 9, bei dem die Linien die gleiche Breite und den gleichen Abstand haben.
11. System nach einem der vorangehenden Ansprüche, mit ferner einer Anordnung aus im wesentlichen vertikalen Markierungen (440'), welche ebenfalls von dem wenigstens einen automatischen Zeichengerät gebildet werden.
12. Verfahren zum Etablieren der Positionsgenauigkeit wenigstens eines automatischen Zeichengerätes relativ zu einer nominalen Position, wobei das Verfahren in Bezug auf ein Druckmedium abläuft, das eine erste und eine zweite zur ersten senkrechten Richtung, mit folgenden Verfahrensschritten:  
Ermitteln von Positionsabweichungen in Bezug auf die erste Richtung;  
Betreiben des wenigstens einen Gerätes (102, 104, 106, 108) längs dieser ersten Richtung, um ein Testmuster (408) auf dem Medium zu bilden;  
Scannen mit einem Sensor (200) längs der ersten Richtung, um das Testmuster (408) zu lesen, im wesentlichen ohne das Druckmedium (30) in der zweiten Richtung zu bewegen; und  
Finden von Positionsabweichungen längs der zwei-

ten Richtung durch Kombinieren (a) der ermittelten Abweichungen in Bezug auf die erste Richtung mit (b) den Sensorwerten des Testmusters.

13. Verfahren nach Anspruch 12, mit einem weiteren Verfahrensschritt, bei dem dann die gefundenen Positionsabweichungen längs der ersten und der zweiten Achse zum Steuern des automatischen Zeichengerätes (102, 104, 106, 108) verwendet werden.

14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, mit den weiteren Verfahrensschritten:

Aufzeichnen von Befehlen für die vorstehenden Schritte in einer Speichereinrichtung; und automatisches Abrufen und Ausführen der Befehle aus der Speichervorrichtung, um die vorstehenden Schritte auszuführen.

15. Vorrichtung zum Etablieren der Positionsgenauigkeit wenigstens einer automatisch positionierten Zeichenvorrichtung (102, 104, 106, 108) relativ zu einer nominalen Position, wobei die Zeichenvorrichtung eine Relativbewegung längs einer ersten und einer zweiten Richtung, welche zueinander orthogonal sind, machen kann, mit folgenden Merkmalen:

einer Einrichtung zum Ermitteln der Positionsabweichungen in Bezug auf die erste Richtung; einem Testmuster (408), welches längs der ersten Richtung definiert ist;

einem Sensor (200), welcher an der Zeichenvorrichtung montiert ist;

einer Vorrichtung zum Führen des Sensors zusammen mit der Zeichenvorrichtung längs der ersten Richtung, um das Testmuster im wesentlichen ohne eine Relativbewegung des Sensors oder der Vorrichtung längs der zweiten Richtung zu lesen; und einer Vorrichtung zum Finden der Positionsabweichung längs der zweiten Richtung durch Kombinieren (a) der ermittelten Abweichung in Bezug auf die erste Richtung mit (b) den Sensorwerten des Testmusters.

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, mit einer Einrichtung zum Verwenden der gefundenen Positionsabweichungen längs der ersten und der zweiten Richtung für die Steuerung des automatisch positionierten Zeichengerätes (102, 104, 106, 108).

17. Vorrichtung nach Anspruch 15 oder 16, mit einer Speichereinrichtung, welche aufgezeichnete Befehle für die vorstehenden Schritte enthält; und einer Vorrichtung zum automatischen Abrufen und Ausführen der Befehle aus der Speichervorrichtung, um die Durchführung der vorstehenden Schritte zu bewirken.

---

Hierzu 12 Seite(n) Zeichnungen

55

60

65

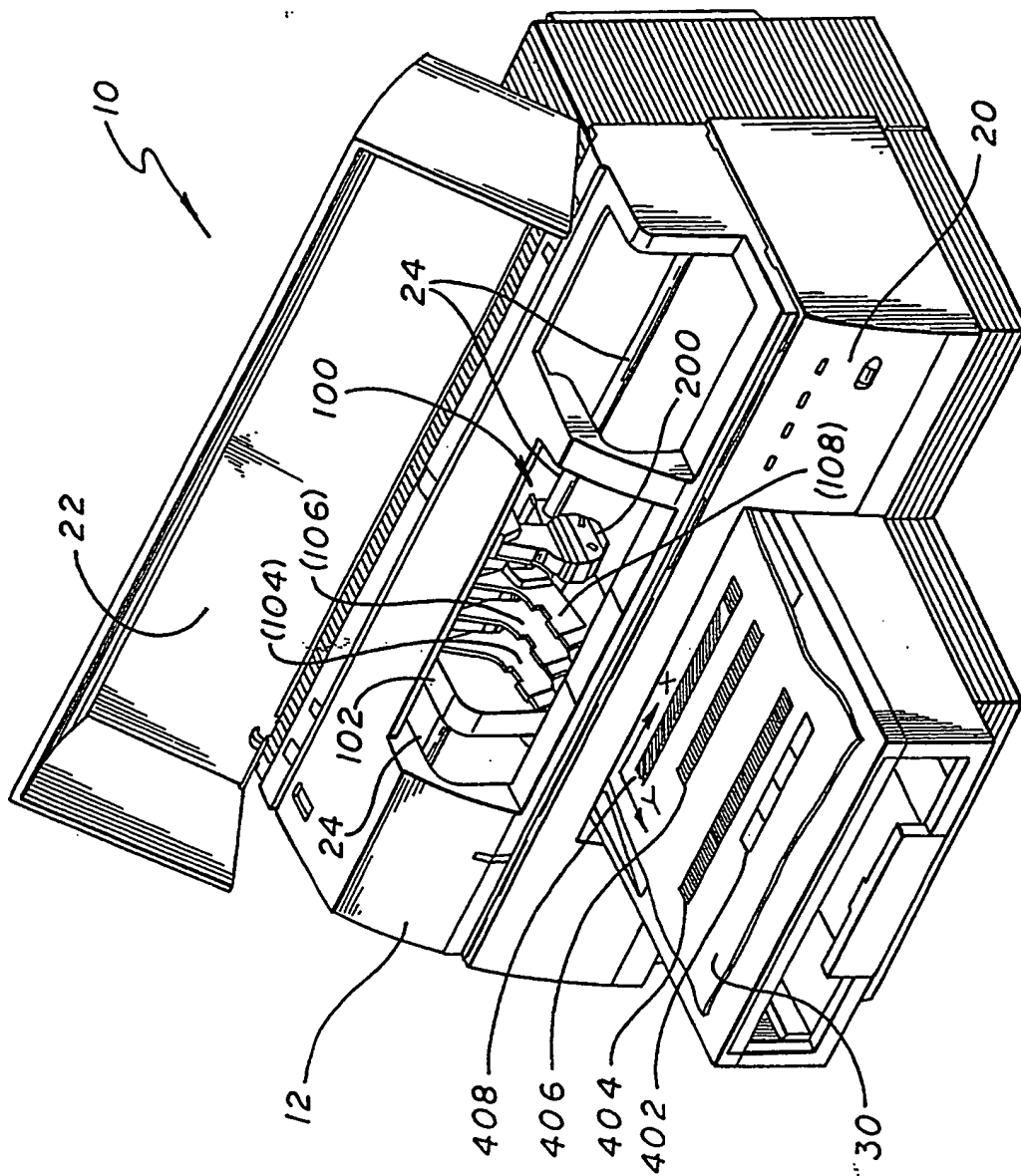
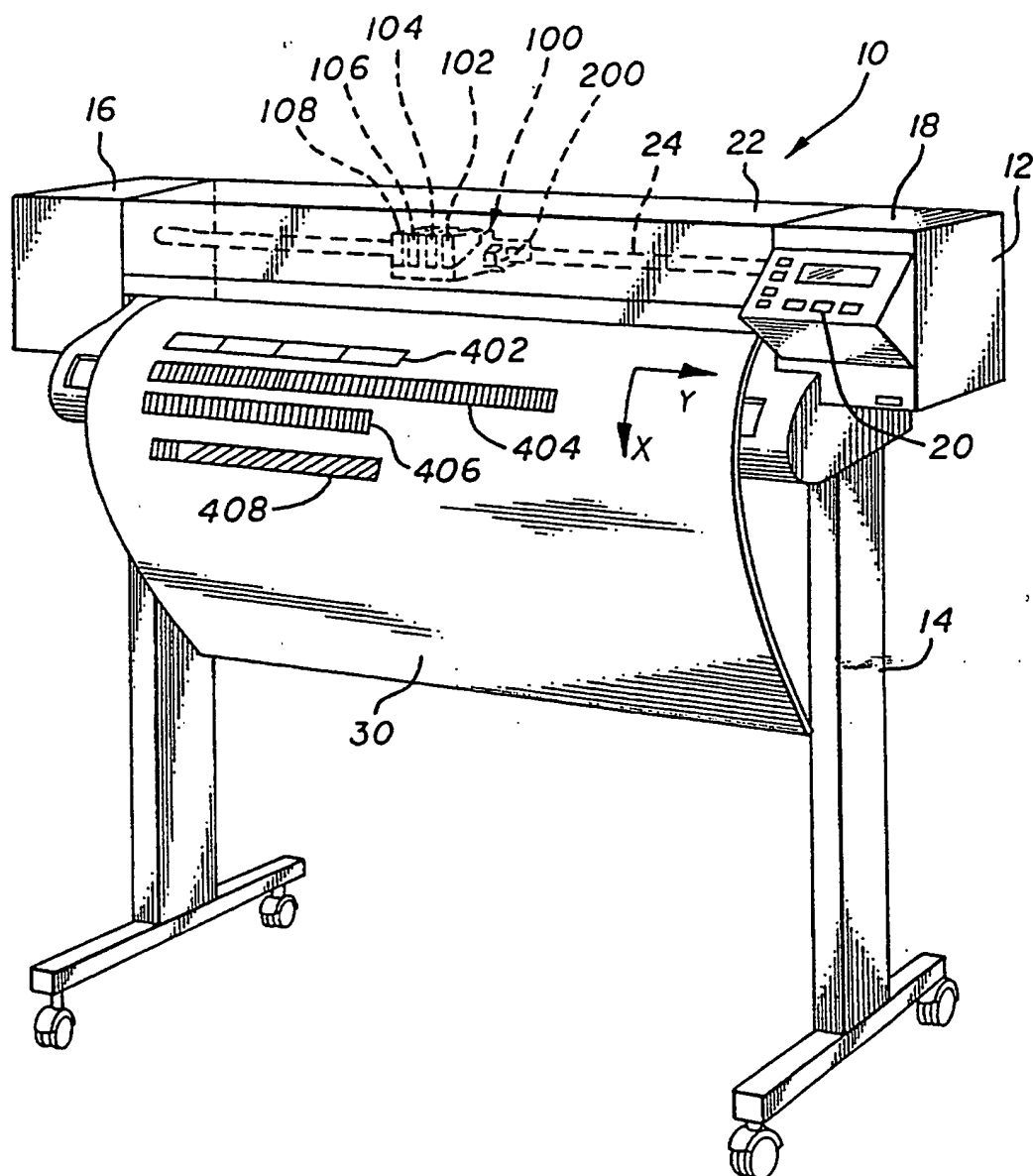


FIG. 1



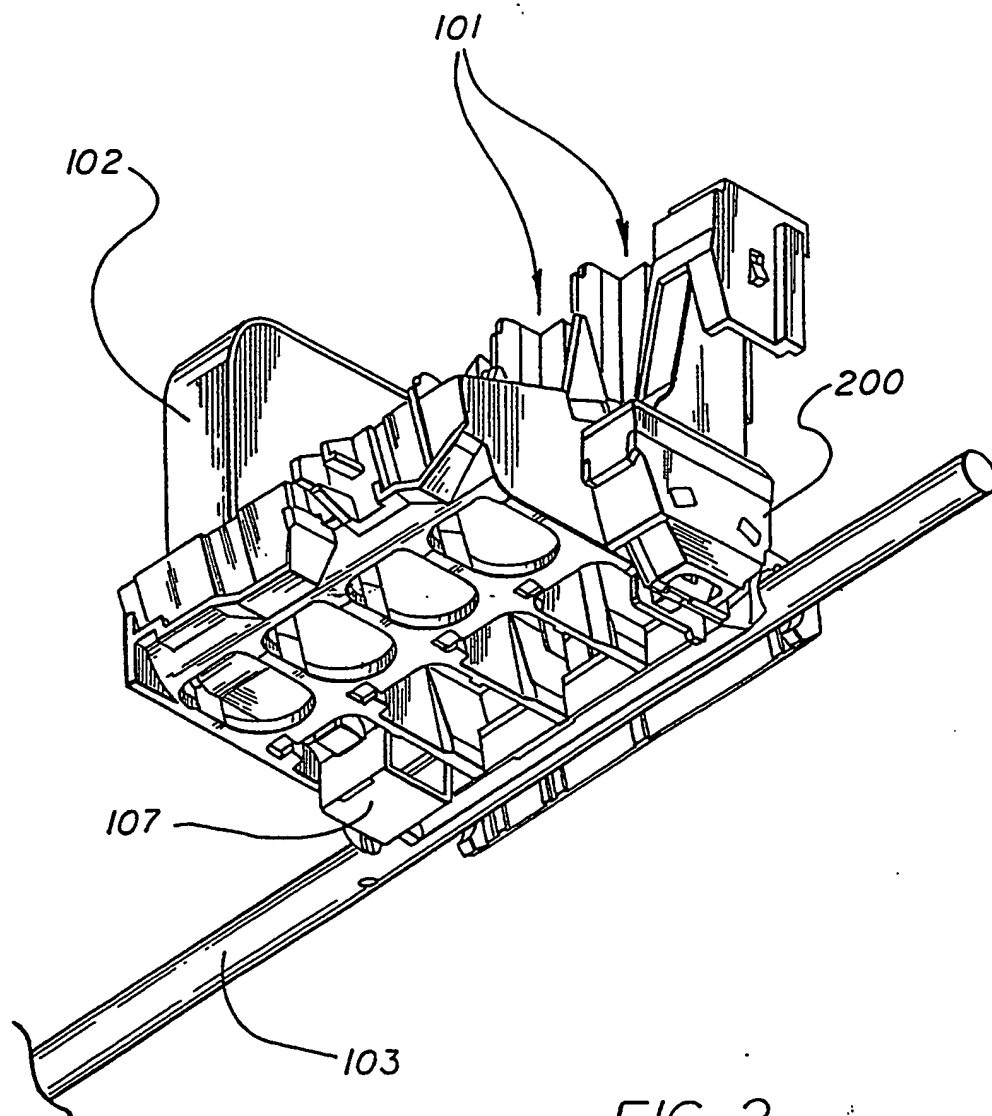
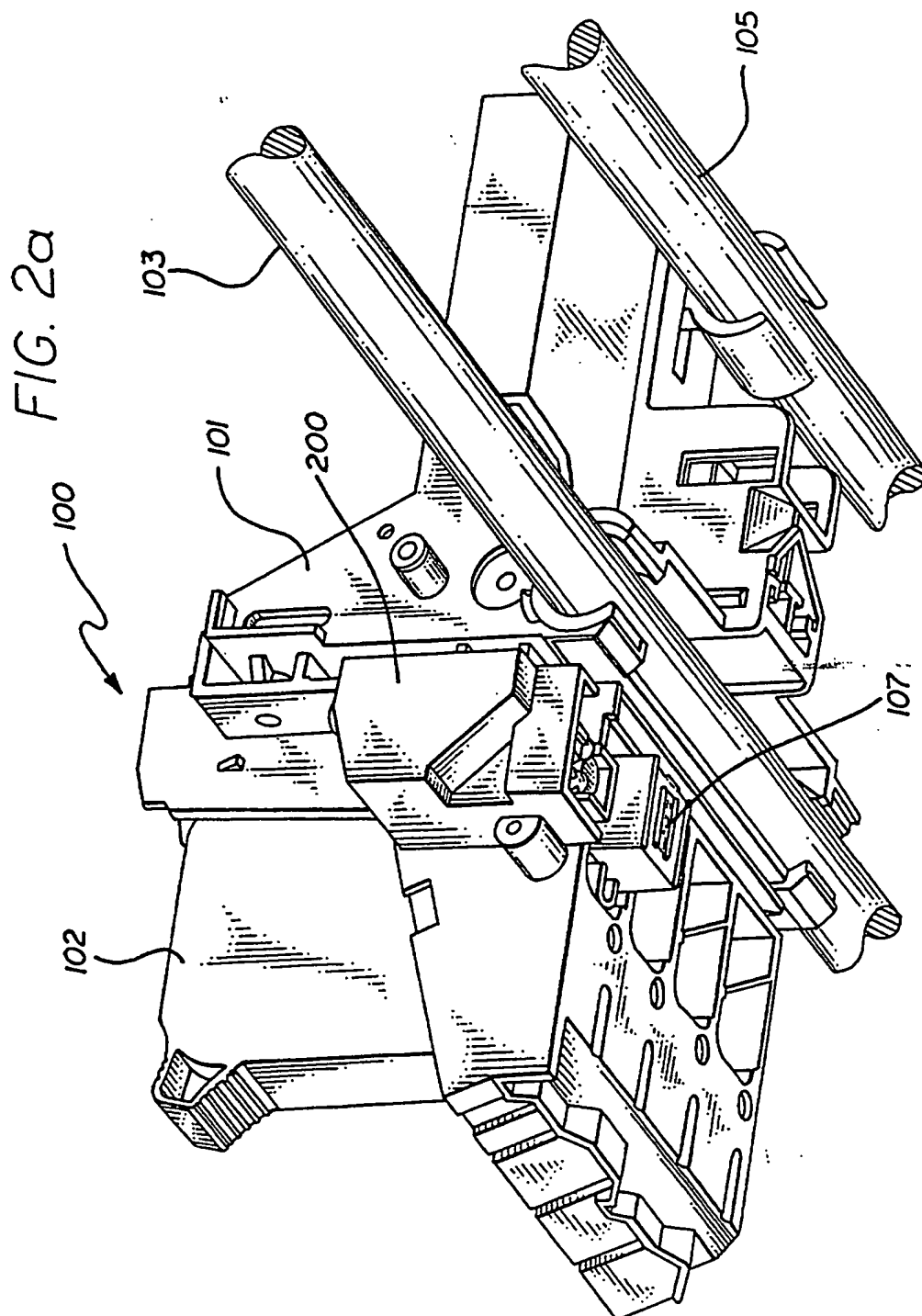


FIG. 2



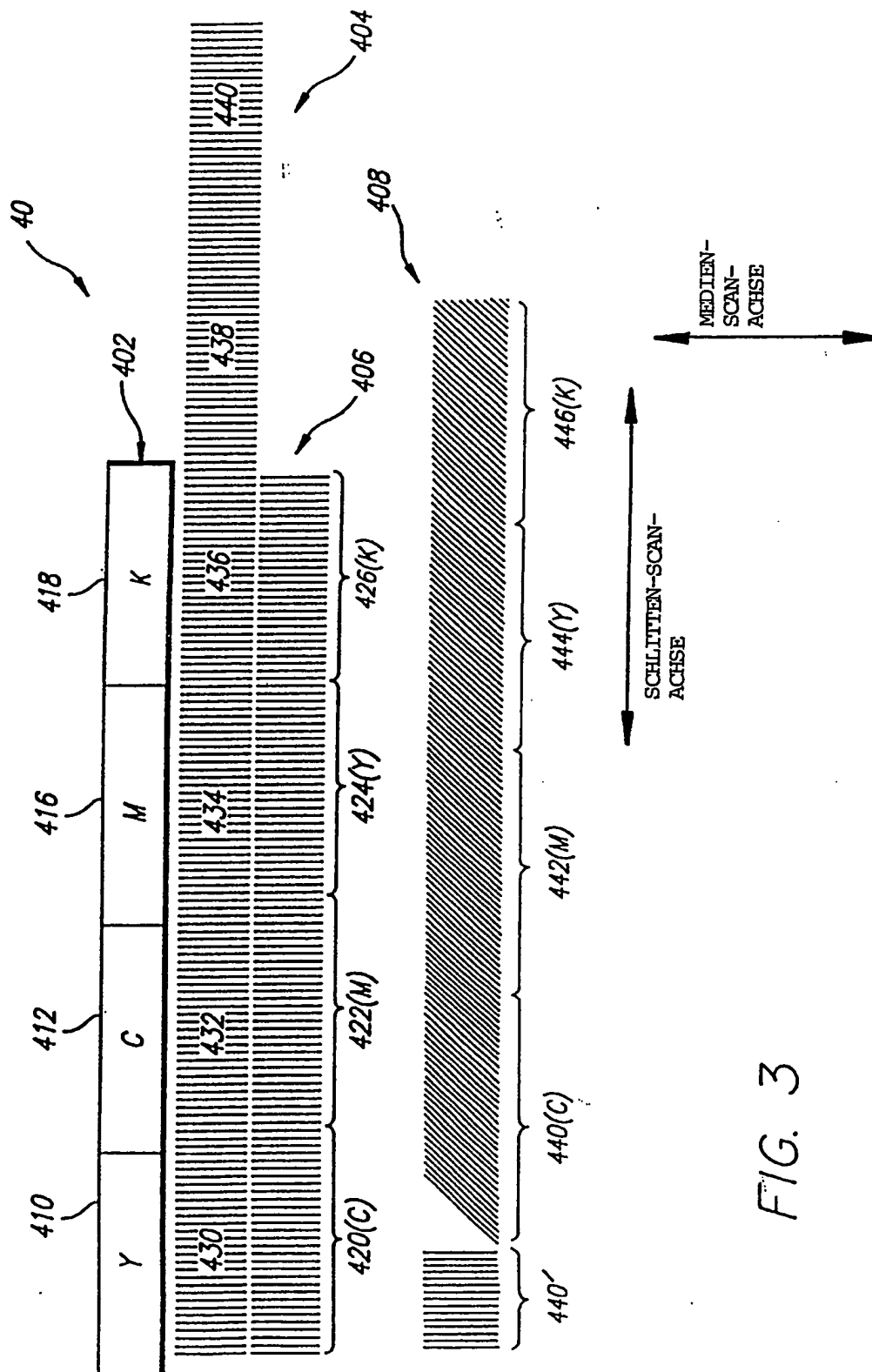


FIG. 3



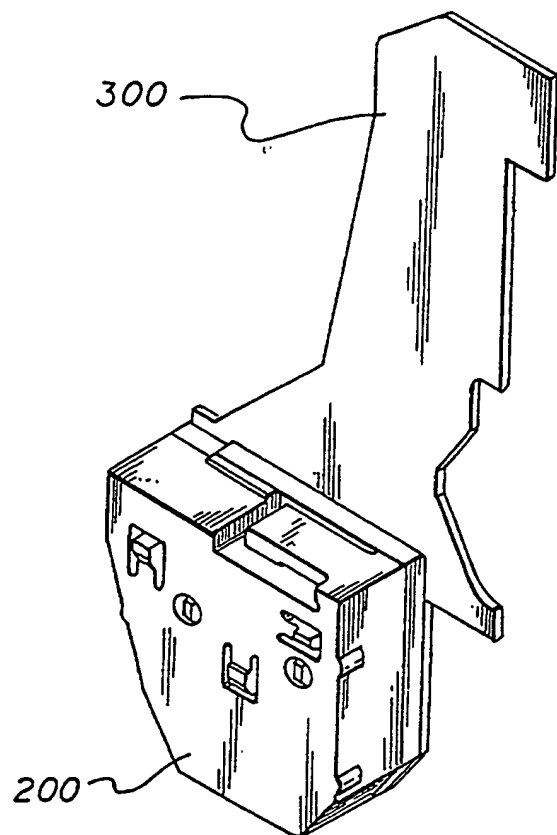


FIG. 4a

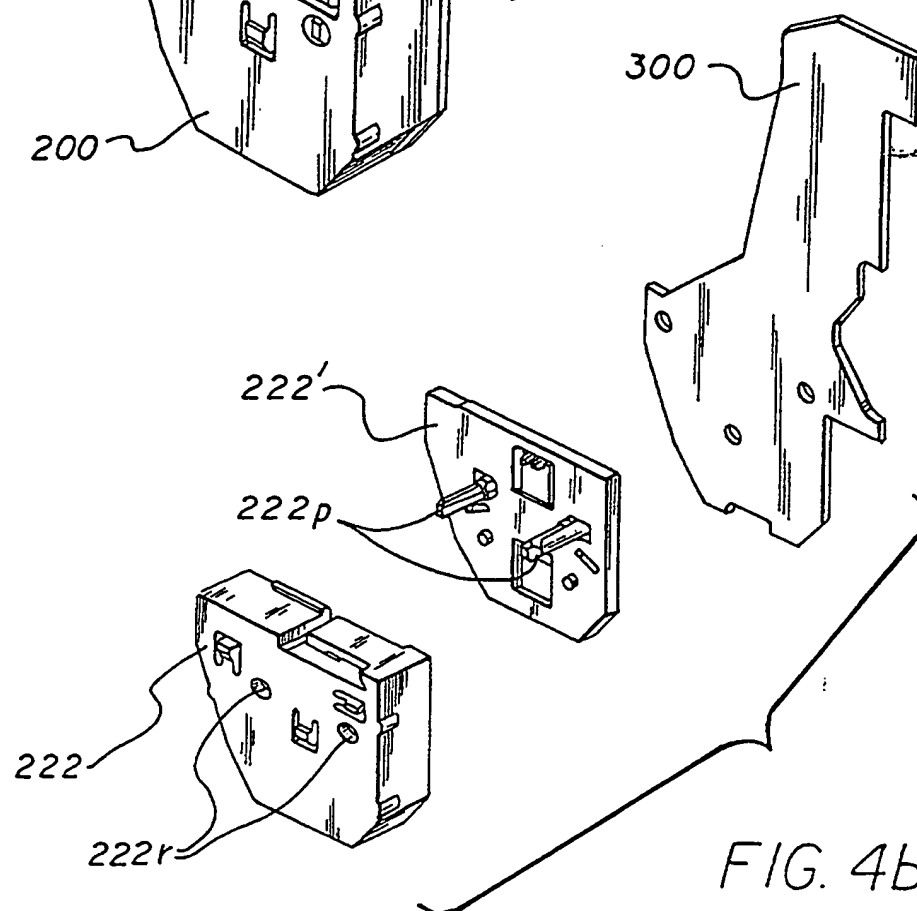


FIG. 4b

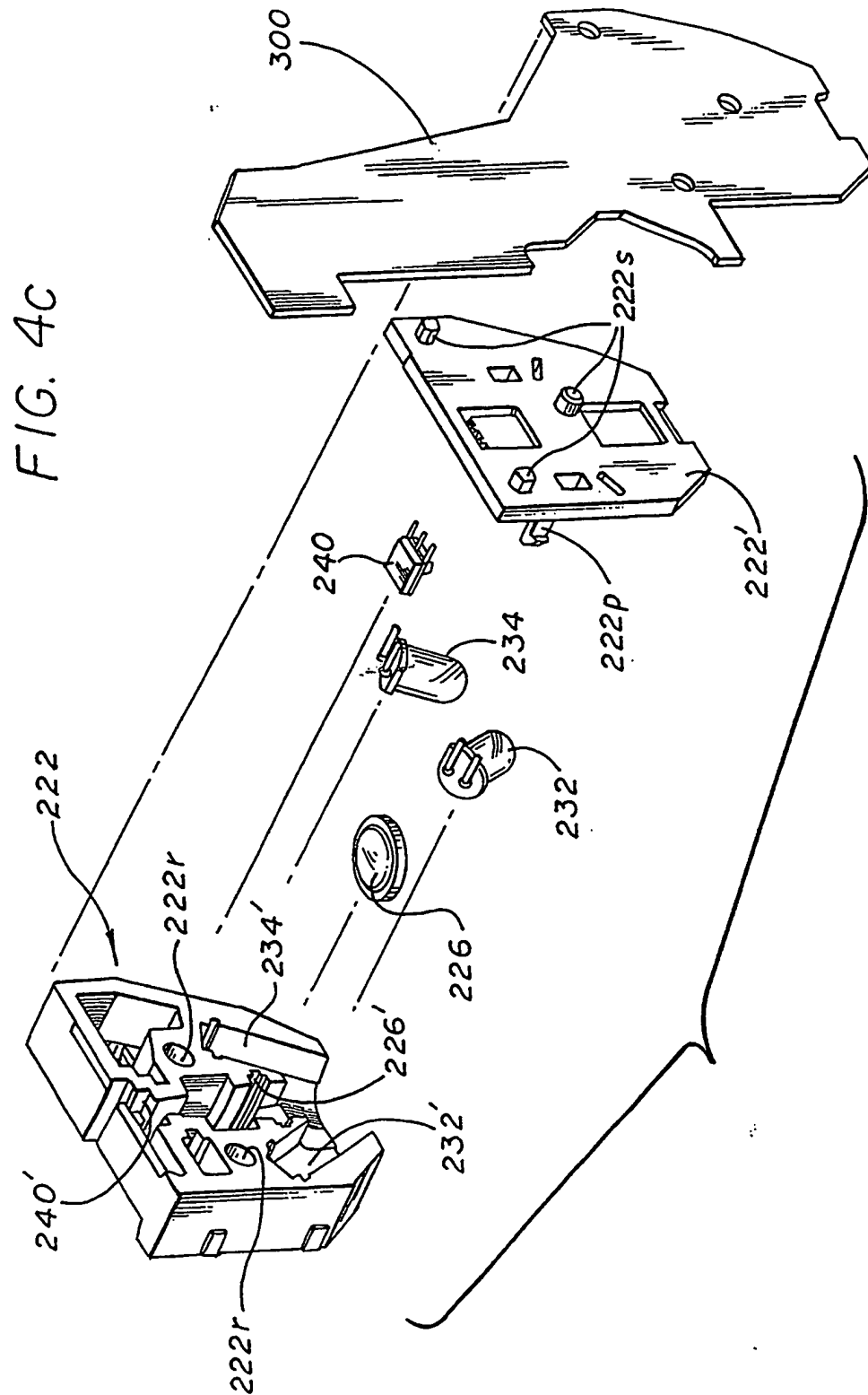


FIG. 4d

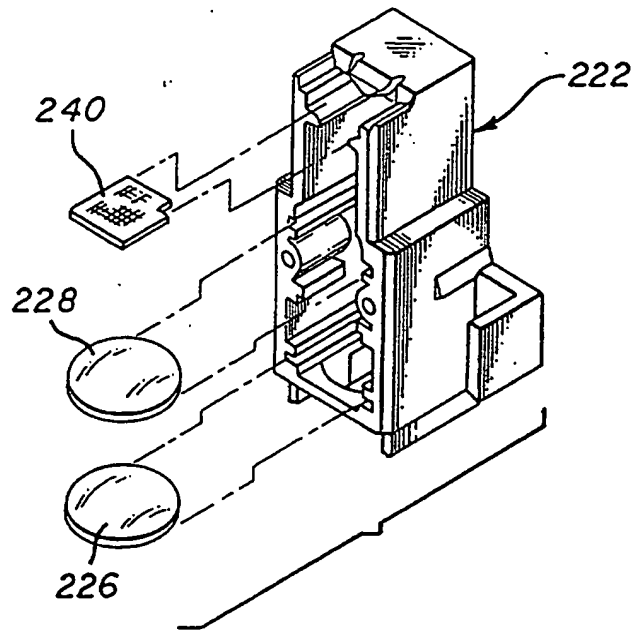


FIG. 5

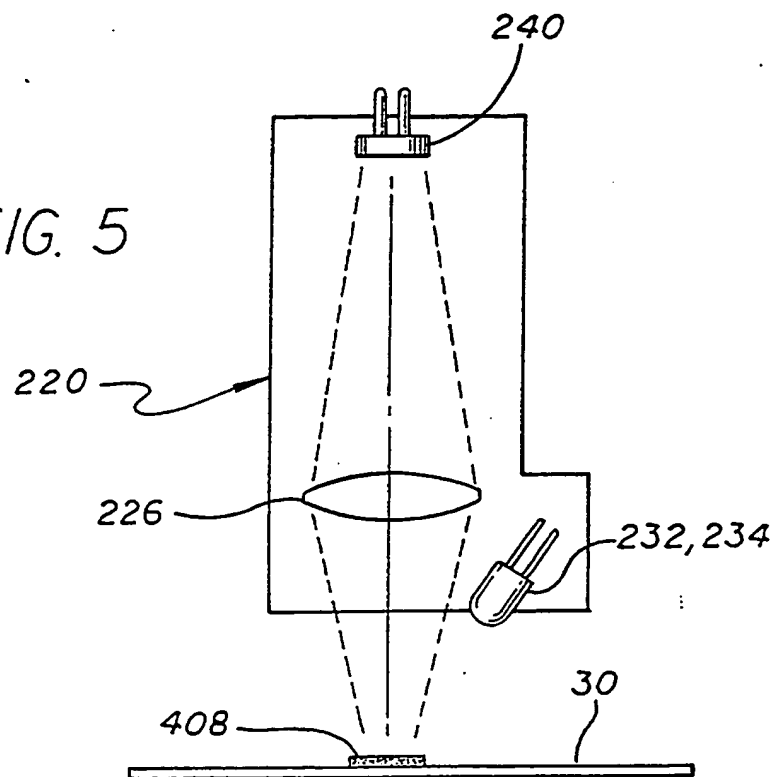


FIG. 6a

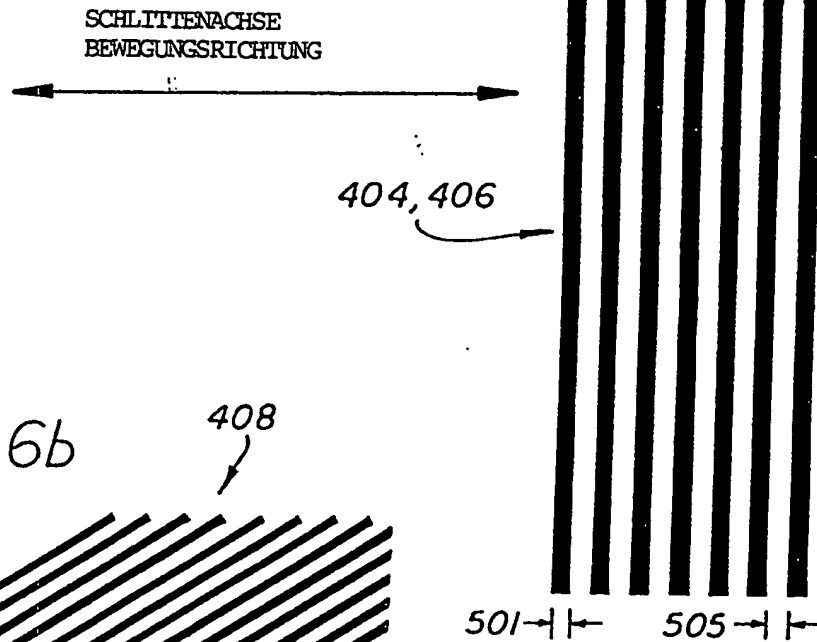
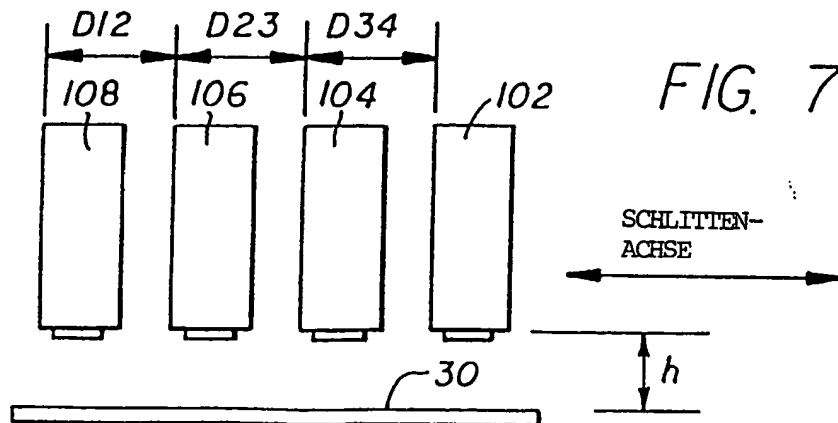
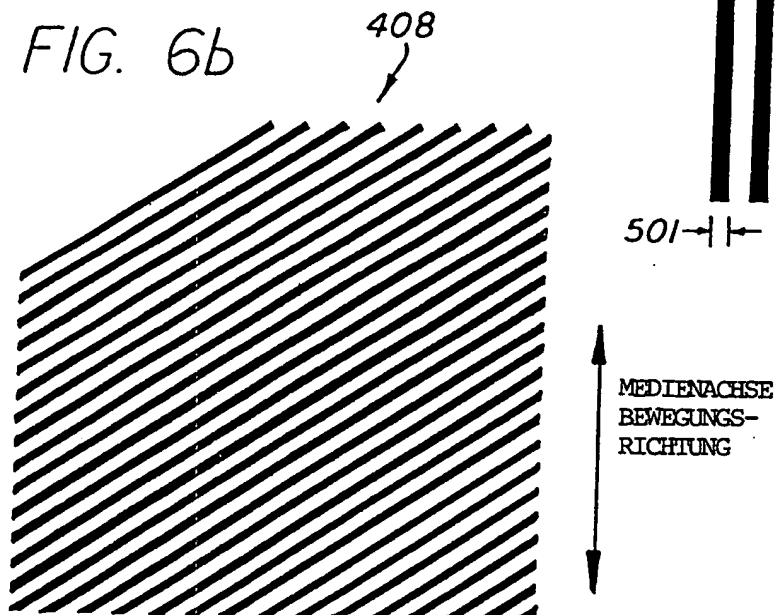


FIG. 6b



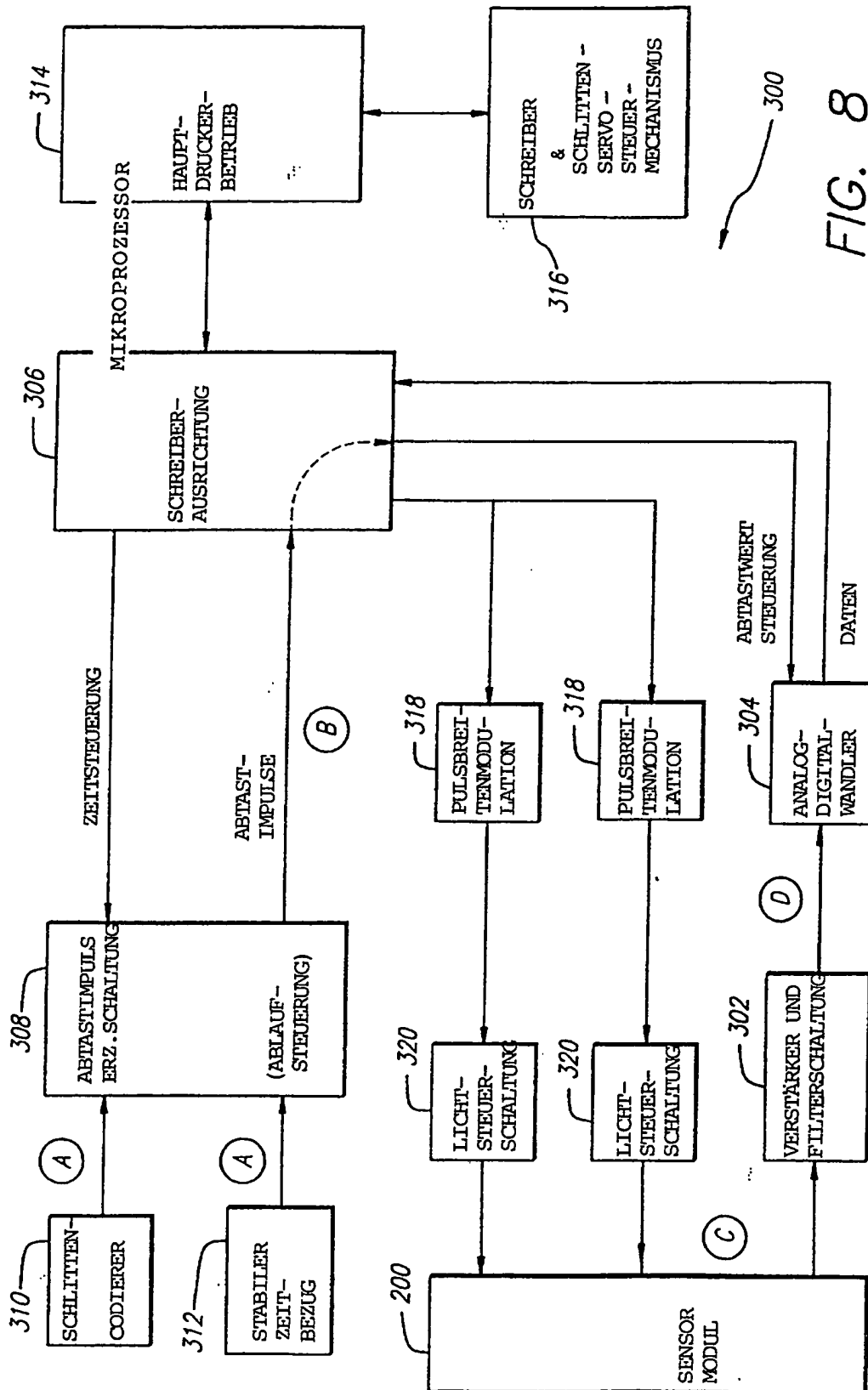


FIG. 8

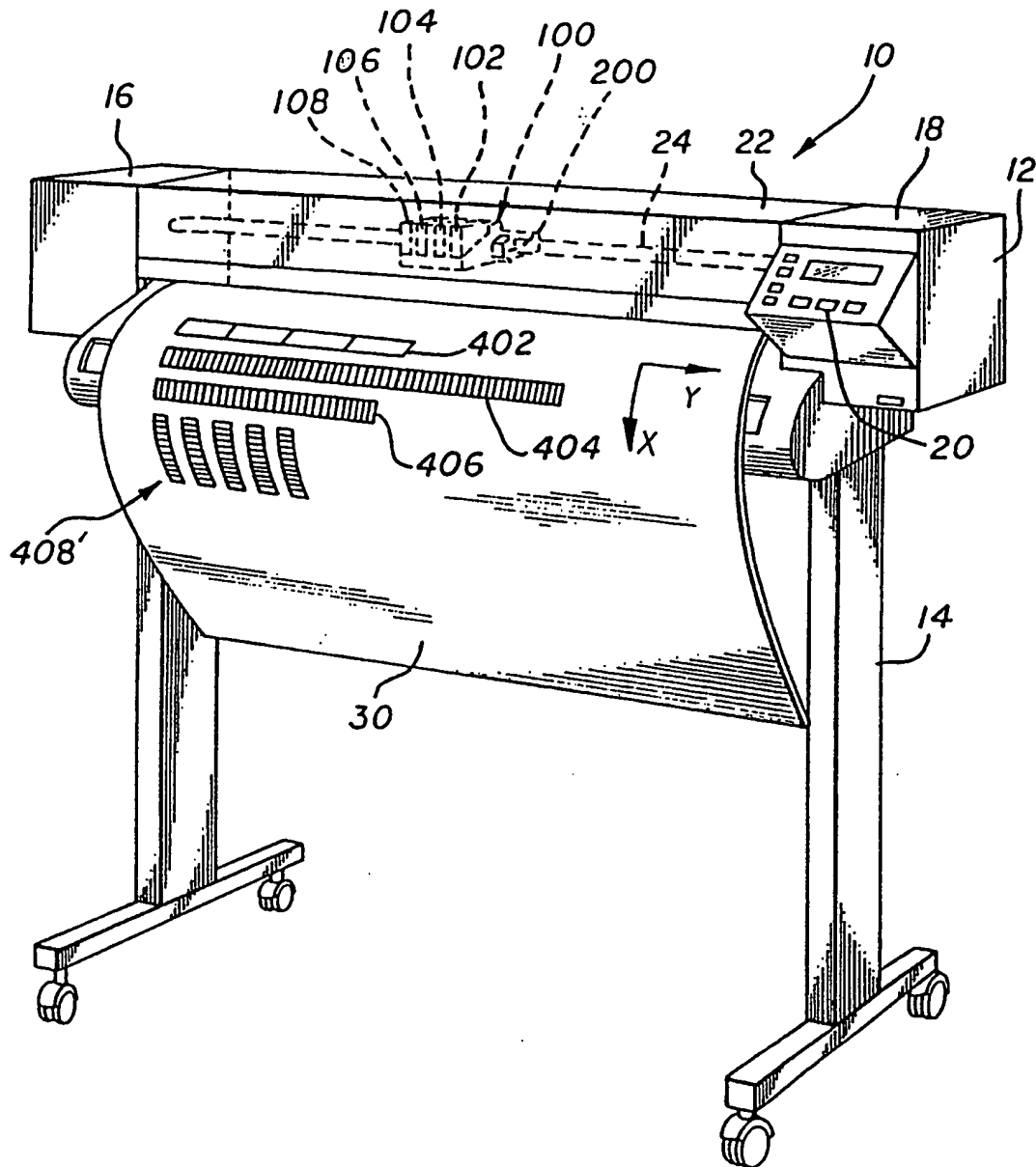


FIG. 9

STAND DER TECHNIK

FIG. 10a

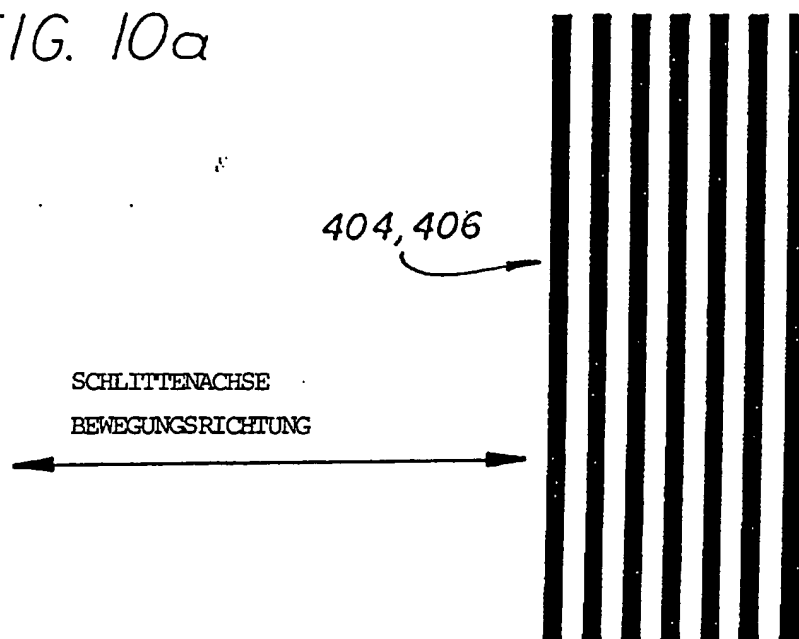


FIG. 10b

STAND DER TECHNIK

